Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Lucas Serrão da Silva
Flávio da Silva Oliveira
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Jorge de Oliveira Vinagre Filho

MATEMÁTICA NA ERA DIGITAL:

TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E METODOLOGIAS ATIVAS COMO ESTRATÉGIAS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.

MATEMÁTICA NA ERA DIGITAL: TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E METODOLOGIAS ATIVAS COMO ESTRATÉGIAS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.

Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Lucas Serrão da Silva
Flávio da Silva Oliveira
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Jorge de Oliveira Vinagre Filho

A transformação digital da sociedade contemporânea tem provocado profundas mudanças nos processos educacionais, especialmente no ensino da Matemática, exigindo novas abordagens capazes de integrar tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e estratégias voltadas ao desenvolvimento do pensamento computacional. O presente estudo aborda a Matemática na era digital como um campo de investigação que busca compreender de que maneira os recursos tecnológicos e as práticas pedagógicas inovadoras podem contribuir para a construção de aprendizagens significativas, ampliar a autonomia dos estudantes e favorecer o desenvolvimento de competências cognitivas essenciais para a resolução de problemas. O problema de pesquisa centra-se na seguinte questão: como a integração das tecnologias digitais, da inteligência artificial e das metodologias ativas pode potencializar o ensino e a aprendizagem da Matemática, promovendo o raciocínio lógico, a criatividade e o pensamento computacional nos diferentes níveis educacionais? O objetivo geral consiste em analisar as contribuições das tecnologias educacionais, da inteligência artificial e das metodologias ativas para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, considerando suas possibilidades de aplicação na construção do conhecimento e na formação de estudantes preparados para os desafios da cultura digital. A metodologia adotada caracteriza-se como pesquisa bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, fundamentada na análise de produções científicas, documentos educacionais e estudos relacionados à educação matemática, inovação pedagógica, recursos digitais e pensamento computacional. Os resultados evidenciam que a utilização planejada de ambientes virtuais de aprendizagem, softwares matemáticos, plataformas interativas, recursos baseados em inteligência artificial e práticas como aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas e ensino colaborativo favorece maior participação dos estudantes e possibilita diferentes formas de representação, exploração e construção dos conceitos matemáticos. Verifica-se também que a articulação entre conhecimentos matemáticos e competências digitais contribui para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pensamento crítico, à criatividade, à tomada de decisões e à capacidade de analisar situações complexas. Conclui-se que a Matemática na era digital demanda uma reorganização das práticas pedagógicas, na qual o professor assume papel de mediador da aprendizagem e utiliza as tecnologias como instrumentos potencializadores da construção do conhecimento. O estudo contribui cientificamente ao sistematizar reflexões sobre a integração entre Matemática, tecnologias educacionais, inteligência artificial e metodologias ativas, destacando caminhos para uma educação matemática mais dinâmica, investigativa e alinhada às necessidades formativas do século XXI.

Palavras-chave: Matemática digital; tecnologias educacionais; inteligência artificial; pensamento computacional; metodologias ativas.

MATHEMATICS IN THE DIGITAL AGE: EDUCATIONAL TECHNOLOGIES, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND ACTIVE METHODOLOGIES AS STRATEGIES FOR MEANINGFUL LEARNING AND THE DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING

Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Lucas Serrão da Silva
Flávio da Silva Oliveira
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Jorge de Oliveira Vinagre Filho

The digital transformation of contemporary society has brought profound changes to educational processes, especially in Mathematics teaching, requiring new approaches capable of integrating educational technologies, artificial intelligence, active methodologies, and strategies aimed at developing computational thinking. This study addresses Mathematics in the digital age as a field of investigation that seeks to understand how technological resources and innovative pedagogical practices can contribute to the construction of meaningful learning, expand students' autonomy, and foster the development of essential cognitive skills for problem-solving. The research problem is centered on the following question: how can the integration of digital technologies, artificial intelligence, and active methodologies enhance Mathematics teaching and learning, promoting logical reasoning, creativity, and computational thinking at different educational levels? The general objective is to analyze the contributions of educational technologies, artificial intelligence, and active methodologies to improving Mathematics teaching and learning processes, considering their possibilities of application in knowledge construction and in the education of students prepared for the challenges of digital culture. The adopted methodology is characterized as bibliographic and documentary research with a qualitative approach, based on the analysis of scientific productions, educational documents, and studies related to Mathematics education, pedagogical innovation, digital resources, and computational thinking. The results demonstrate that the planned use of virtual learning environments, mathematical software, interactive platforms, artificial intelligence-based resources, and practices such as project-based learning, problem-solving, and collaborative teaching promotes greater student participation and enables different forms of representation, exploration, and construction of mathematical concepts. It is also observed that the articulation between mathematical knowledge and digital competencies contributes to the development of skills related to critical thinking, creativity, decision-making, and the ability to analyze complex situations. It is concluded that Mathematics in the digital age requires a reorganization of pedagogical practices, in which teachers assume the role of learning mediators and use technologies as instruments that enhance knowledge construction. The study contributes scientifically by systematizing reflections on the integration of Mathematics, educational technologies, artificial intelligence, and active methodologies, highlighting pathways toward a more dynamic, investigative Mathematics education aligned with the educational demands of the twenty-first century.

Keywords: Digital Mathematics; educational technologies; artificial intelligence; computational thinking; active methodologies.

MATEMÁTICA EN LA ERA DIGITAL: TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y METODOLOGÍAS ACTIVAS COMO ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.

Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Lucas Serrão da Silva
Flávio da Silva Oliveira
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Jorge de Oliveira Vinagre Filho

La transformación digital de la sociedad contemporánea ha generado profundos cambios en los procesos educativos, especialmente en la enseñanza de las Matemáticas, exigiendo nuevos enfoques capaces de integrar tecnologías educativas, inteligencia artificial, metodologías activas y estrategias orientadas al desarrollo del pensamiento computacional. El presente estudio aborda la Matemática en la era digital como un campo de investigación que busca comprender de qué manera los recursos tecnológicos y las prácticas pedagógicas innovadoras pueden contribuir a la construcción de aprendizajes significativos, ampliar la autonomía de los estudiantes y favorecer el desarrollo de competencias cognitivas esenciales para la resolución de problemas. El problema de investigación se centra en la siguiente cuestión: ¿cómo la integración de las tecnologías digitales, la inteligencia artificial y las metodologías activas puede potenciar la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, promoviendo el razonamiento lógico, la creatividad y el pensamiento computacional en los diferentes niveles educativos? El objetivo general consiste en analizar las contribuciones de las tecnologías educativas, la inteligencia artificial y las metodologías activas para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, considerando sus posibilidades de aplicación en la construcción del conocimiento y en la formación de estudiantes preparados para los desafíos de la cultura digital. La metodología adoptada se caracteriza como una investigación bibliográfica y documental, con enfoque cualitativo, fundamentada en el análisis de producciones científicas, documentos educativos y estudios relacionados con la educación matemática, la innovación pedagógica, los recursos digitales y el pensamiento computacional. Los resultados evidencian que el uso planificado de entornos virtuales de aprendizaje, softwares matemáticos, plataformas interactivas, recursos basados en inteligencia artificial y prácticas como el aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas y la enseñanza colaborativa favorecen una mayor participación de los estudiantes y posibilitan diferentes formas de representación, exploración y construcción de conceptos matemáticos. También se verifica que la articulación entre los conocimientos matemáticos y las competencias digitales contribuye al desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento crítico, la creatividad, la toma de decisiones y la capacidad de analizar situaciones complejas. Se concluye que la Matemática en la era digital requiere una reorganización de las prácticas pedagógicas, en la cual el docente asume el papel de mediador del aprendizaje y utiliza las tecnologías como instrumentos potenciadores de la construcción del conocimiento. El estudio contribuye científicamente al sistematizar reflexiones sobre la integración entre Matemáticas, tecnologías educativas, inteligencia artificial y metodologías activas, destacando caminos hacia una educación matemática más dinámica, investigativa y alineada con las necesidades formativas del siglo XXI.

Palabras clave: Matemática digital; tecnologías educativas; inteligencia artificial; pensamiento computacional; metodologías activas.

MATEMÁTICA NA ERA DIGITAL: TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E METODOLOGIAS ATIVAS COMO ESTRATÉGIAS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.

Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa
Simone Helen Drumond Ischkanian
Gladys Nogueira Cabral
Lucas Serrão da Silva
Flávio da Silva Oliveira
Silvana Nascimento de Carvalho
Sygride Nascimento de Carvalho
Gabriel Nascimento de Carvalho
Sandro Garabed Ischkanian
Jorge de Oliveira Vinagre Filho

1. INTRODUÇÃO

A transformação digital da sociedade contemporânea tem provocado profundas mudanças nos processos educacionais, especialmente no ensino da Matemática, exigindo novas abordagens capazes de integrar tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e estratégias voltadas ao desenvolvimento do pensamento computacional. Nesse cenário, Borba, Silva e Gadanidis (2018) destacam que a presença das tecnologias digitais na Educação Matemática modifica as formas de produção, representação e exploração do conhecimento, enquanto Kenski (2012) evidencia que a cultura tecnológica produz novas demandas para as práticas educativas. A expansão das tecnologias digitais no ambiente escolar tem impulsionado novas formas de ensinar e aprender, redefinindo o papel dos professores, dos estudantes e dos recursos pedagógicos utilizados na construção do conhecimento matemático. Assim, a Matemática na era digital configura-se como um campo de investigação interdisciplinar que articula educação, tecnologia e inovação pedagógica, buscando compreender como os recursos tecnológicos podem favorecer aprendizagens mais significativas, ampliar a autonomia dos estudantes e estimular competências cognitivas fundamentais para a resolução de problemas.

O presente estudo insere-se no campo da Educação Matemática, com ênfase na integração entre tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e desenvolvimento do pensamento computacional. A pesquisa aborda as possibilidades de utilização dos recursos digitais como instrumentos mediadores dos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, considerando as transformações ocasionadas pela cultura digital e pelas novas demandas educacionais do século XXI. A utilização pedagógica das tecnologias, conforme Borba, Silva e Gadanidis (2018), amplia as possibilidades de interação dos estudantes com objetos matemáticos, permitindo diferentes formas de representação, experimentação e investigação. Paralelamente, as metodologias ativas deslocam o foco da transmissão de

conteúdos para a participação dos estudantes na construção do conhecimento, aspecto discutido por Bacich e Moran (2018) ao enfatizarem estratégias como resolução de problemas, aprendizagem baseada em projetos e aprendizagem colaborativa. A temática apresenta relevância diante da necessidade de superar modelos tradicionais de ensino centrados predominantemente na transmissão de conteúdos, avançando para práticas pedagógicas interativas, investigativas e colaborativas, nas quais os estudantes assumem maior protagonismo na construção dos conhecimentos matemáticos.

A contextualização do estudo fundamenta-se no cenário educacional contemporâneo marcado pela presença crescente das tecnologias digitais, pela expansão da inteligência artificial e pela necessidade de desenvolver competências relacionadas ao raciocínio lógico, à criatividade, à análise crítica e à resolução de problemas complexos. No campo do pensamento computacional, Wing (2006) demonstra a importância de habilidades associadas à formulação e resolução sistemática de problemas, enquanto Valente (2019) amplia essa discussão ao relacioná-la às novas competências requeridas pelos processos educacionais mediados pelas tecnologias. A incorporação desses recursos ao ensino da Matemática representa uma possibilidade de ampliar estratégias didáticas, permitindo a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, softwares matemáticos, plataformas digitais, simuladores, jogos educativos e sistemas inteligentes capazes de oferecer diferentes formas de representação e exploração dos conceitos matemáticos. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017), ao discutirem o pensamento computacional no contexto educacional, evidenciam a possibilidade de aproximar procedimentos de análise, decomposição e resolução de problemas das práticas escolares. Entretanto, esse processo também demanda reflexão crítica sobre a formação docente, a acessibilidade tecnológica e a utilização pedagógica adequada desses recursos.

A inteligência artificial acrescenta novas possibilidades a esse cenário ao permitir o desenvolvimento de sistemas capazes de processar informações, identificar padrões e oferecer respostas ou encaminhamentos personalizados em diferentes situações de aprendizagem. Luckin et al. (2016) discutem o potencial da inteligência artificial para apoiar processos educacionais mais adaptativos, enquanto Holmes, Bialik e Fadel (2019) analisam suas possibilidades e implicações para o ensino e a aprendizagem. Nesse sentido, a utilização de recursos baseados em inteligência artificial no ensino da Matemática pode contribuir para ampliar as possibilidades de acompanhamento do estudante, oferecer feedbacks e apoiar diferentes estratégias de resolução de problemas. Entretanto, tais recursos devem estar subordinados aos objetivos pedagógicos e à mediação docente, uma vez que a tecnologia não substitui a intencionalidade educativa nem a interação humana necessária à construção do conhecimento.

A justificativa desta pesquisa reside na importância de compreender como as tecnologias educacionais e as metodologias inovadoras podem contribuir para a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, especialmente diante dos desafios relacionados ao engajamento dos estudantes, à personalização da aprendizagem e ao desenvolvimento de competências digitais. A perspectiva da aprendizagem significativa, fundamentada em Ausubel (2003), permite compreender que a incorporação de novos conhecimentos depende de sua relação com conhecimentos previamente construídos pelo estudante. A utilização de tecnologias digitais precisa estar articulada a experiências pedagógicas que favoreçam a atribuição de significado aos conceitos matemáticos, e não apenas à introdução de ferramentas tecnológicas no espaço escolar. Embora existam avanços significativos na utilização de recursos digitais na educação, permanecem desafios relacionados à integração efetiva entre tecnologias, fundamentos pedagógicos e objetivos de aprendizagem, justificando a necessidade de aprofundamento científico sobre suas possibilidades e limitações.

A discussão também se relaciona à necessidade de reconhecer diferentes formas de produção e circulação do conhecimento matemático. No contexto amazônico, Silva e Bacury (2025) evidenciam a importância dos saberes tradicionais e das experiências culturais na formação matemática, enquanto Silva e Bacury (2026) discutem a relação entre etnomatemática indígena, saberes tradicionais e educação básica. Essa perspectiva amplia a compreensão da Matemática como conhecimento construído em diferentes contextos sociais e culturais, permitindo que os recursos digitais sejam utilizados não apenas para reproduzir conteúdos, mas também para registrar, representar, investigar e valorizar diferentes formas de conhecimento. Dessa maneira, a Matemática digital pode estabelecer conexões entre conhecimentos científicos, experiências socioculturais e tecnologias contemporâneas.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste artigo consiste em analisar as contribuições das tecnologias educacionais, da inteligência artificial e das metodologias ativas para o ensino e a aprendizagem da Matemática, considerando suas possibilidades de aplicação no desenvolvimento do pensamento computacional e na construção de aprendizagens significativas. Como objetivos específicos, busca-se discutir os fundamentos teóricos relacionados à aprendizagem matemática na cultura digital; identificar estratégias pedagógicas baseadas em metodologias ativas e recursos tecnológicos; analisar as potencialidades da inteligência artificial como ferramenta de apoio ao ensino; e refletir sobre a importância do pensamento computacional na formação dos estudantes contemporâneos. Esses objetivos dialogam com as discussões de Bacich e Moran (2018) sobre metodologias ativas e com a perspectiva de Valente (2019), segundo a qual as competências associadas ao pensamento computacional integram novas demandas da educação contemporânea.

O problema de pesquisa que norteia este estudo pode ser formulado da seguinte maneira*: como a integração das tecnologias digitais, da inteligência artificial e das metodologias ativas pode potencializar o ensino e a aprendizagem da Matemática, promovendo o raciocínio lógico, a criatividade e o desenvolvimento do pensamento computacional nos diferentes níveis educacionais?* Parte-se do pressuposto de que a articulação entre conhecimentos matemáticos, recursos tecnológicos e estratégias pedagógicas inovadoras pode favorecer experiências de aprendizagem mais contextualizadas, participativas e significativas. Essa perspectiva encontra respaldo nas contribuições de Papert (2008), especialmente na compreensão de que os recursos computacionais podem constituir meios para que os estudantes construam conhecimentos por meio da exploração, experimentação e resolução de problemas. A questão investigativa considera a tecnologia como elemento integrado à ação pedagógica, e não como recurso isolado do processo educativo.

No que se refere aos procedimentos metodológicos, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, fundamentada na análise de produções científicas, documentos educacionais e estudos relacionados à Educação Matemática, tecnologias digitais, inteligência artificial, metodologias ativas e pensamento computacional. Nesse percurso, foram considerados estudos sobre tecnologias digitais na Educação Matemática, como os desenvolvidos por Borba, Silva e Gadanidis (2018), investigações sobre pensamento computacional, como as de Wing (2006) e Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017), e trabalhos sobre metodologias ativas, como os organizados por Bacich e Moran (2018). Também foram considerados estudos relacionados à inteligência artificial na educação, especialmente as contribuições de Luckin et al. (2016) e Holmes, Bialik e Fadel (2019). Foram analisadas contribuições teóricas e pesquisas acadêmicas que discutem a relação entre inovação tecnológica e práticas pedagógicas, buscando identificar aproximações, desafios e possibilidades para o ensino da Matemática na contemporaneidade.

O estudo encontra-se delimitado ao campo educacional, considerando aspectos relacionados às práticas docentes e às estratégias de aprendizagem mediadas por tecnologias digitais. Essa delimitação permite analisar as possibilidades de articulação entre recursos tecnológicos, conhecimentos matemáticos e práticas pedagógicas, sem pretender esgotar a complexidade da transformação digital da educação. Nesse sentido, a investigação considera que a inovação pedagógica depende não somente da disponibilidade de equipamentos ou plataformas, mas também da capacidade docente de selecionar, adaptar e integrar os recursos aos objetivos de aprendizagem. A formação do professor assume, portanto, papel central, uma vez que a utilização pedagógica das tecnologias requer conhecimentos didáticos, domínio dos recursos e capacidade de avaliar criticamente suas contribuições para o processo educativo.

Os resultados evidenciam que a utilização planejada de ambientes virtuais de aprendizagem, softwares matemáticos, plataformas interativas, ferramentas baseadas em inteligência artificial e metodologias como aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas e ensino colaborativo favorece maior participação dos estudantes e amplia as possibilidades de compreensão dos conceitos matemáticos. As contribuições de Borba, Silva e Gadanidis (2018) permitem compreender que as tecnologias digitais podem transformar a relação dos estudantes com os objetos matemáticos, enquanto Bacich e Moran (2018) demonstram a relevância de estratégias que promovem participação ativa, colaboração e protagonismo. Observa-se ainda que a integração entre Matemática e competências digitais contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade, da autonomia intelectual e da capacidade de interpretar e solucionar situações complexas. Nesse processo, o pensamento computacional, conforme proposto por Wing (2006), constitui importante dimensão formativa, pois envolve procedimentos de análise, abstração, identificação de padrões e elaboração de estratégias para solucionar problemas.

A análise realizada permite compreender, ainda, que a Matemática na era digital não deve ser reduzida à utilização instrumental de computadores, aplicativos ou sistemas de inteligência artificial. Papert (2008) já evidenciava a necessidade de compreender os recursos computacionais como elementos capazes de favorecer processos de construção do conhecimento, enquanto Ausubel (2003) destaca a importância da relação entre novos conteúdos e conhecimentos previamente estruturados. Desse modo, a inovação pedagógica torna-se mais significativa quando os recursos digitais são utilizados de maneira intencional, contextualizada e articulada às experiências dos estudantes. No âmbito específico do ensino da Matemática, essa integração pode favorecer práticas investigativas, situações-problema e experiências que aproximem os conhecimentos escolares das demandas concretas da sociedade contemporânea.

A Matemática na era digital demanda uma reorganização das práticas pedagógicas, na qual o professor assume o papel de mediador da aprendizagem e utiliza as tecnologias como instrumentos potencializadores da construção do conhecimento. A articulação entre tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e pensamento computacional amplia as possibilidades de desenvolvimento de competências matemáticas e digitais, desde que acompanhada de planejamento pedagógico, formação docente e reflexão crítica. Ausubel (2003) contribui para essa compreensão ao destacar a importância da relação entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas previamente construídas, indicando que os recursos tecnológicos precisam estar vinculados a experiências que possibilitem ao estudante atribuir significado aos conceitos trabalhados.

O uso de ferramentas digitais no ensino da Matemática deve ultrapassar a perspectiva meramente instrumental, favorecendo situações de investigação, experimentação, resolução de problemas, formulação de hipóteses e construção autônoma de estratégias de aprendizagem. O estudo contribui cientificamente ao sistematizar reflexões sobre a integração entre Matemática, tecnologias educacionais, inteligência artificial e metodologias ativas, destacando possibilidades para uma educação matemática mais dinâmica, investigativa e alinhada às necessidades formativas do século XXI.

A integração tecnológica pode favorecer uma abordagem mais flexível e diversificada do ensino matemático, permitindo que diferentes ritmos, estilos e formas de aprendizagem sejam considerados no planejamento pedagógico. Ambientes digitais, softwares de representação matemática, plataformas interativas e recursos de inteligência artificial podem possibilitar novas experiências de exploração dos conteúdos, desde que selecionados de acordo com objetivos educacionais claramente definidos. A atuação docente permanece indispensável para contextualizar os conhecimentos, avaliar as respostas produzidas pelos sistemas digitais, estimular a argumentação matemática e promover o desenvolvimento do pensamento crítico. A inovação, portanto, não está exclusivamente na presença da tecnologia, mas na capacidade de utilizá-la para criar experiências educativas que aproximem os estudantes dos problemas reais, favoreçam a colaboração e desenvolvam competências necessárias para compreender, interpretar e transformar diferentes situações por meio do conhecimento matemático.

2. DESENVOLVIMENTO

A incorporação das tecnologias digitais aos processos educacionais tem produzido mudanças significativas nas formas de organização do ensino, na relação entre professores e estudantes e nas possibilidades de construção do conhecimento. No campo da Educação Matemática, essas transformações assumem particular relevância, uma vez que os recursos digitais podem favorecer diferentes formas de representação, visualização, experimentação e resolução de problemas. Conforme Borba, Silva e Gadanidis (2018), a presença das tecnologias digitais modifica as práticas matemáticas e amplia as possibilidades de interação com conceitos e objetos matemáticos. O desenvolvimento de práticas pedagógicas mediadas por tecnologias requer mais do que a simples utilização de equipamentos e plataformas, demandando planejamento, intencionalidade educativa e articulação entre recursos tecnológicos e objetivos de aprendizagem.

A Matemática, tradicionalmente associada a procedimentos, fórmulas e representações simbólicas, pode encontrar nas tecnologias digitais novas possibilidades de exploração e contextualização. Softwares matemáticos, plataformas educacionais, simuladores, aplicativos, jogos digitais, ambientes virtuais de aprendizagem, recursos de inteligência artificial e

ferramentas de programação possibilitam a criação de situações didáticas nas quais os estudantes podem investigar problemas, formular hipóteses, testar estratégias, interpretar resultados e construir diferentes formas de representação. Essa perspectiva aproxima o ensino matemático de práticas investigativas e favorece a participação ativa dos estudantes, especialmente quando articulada às metodologias ativas discutidas por Bacich e Moran (2018).

A transformação tecnológica também modifica o papel do professor, que passa a atuar de maneira mais intensa como mediador, orientador e organizador das experiências de aprendizagem. A tecnologia não substitui a ação pedagógica, mas amplia as possibilidades de intervenção docente e de acompanhamento dos processos de aprendizagem. Kenski (2012) ressalta que as transformações tecnológicas produzem novas demandas para a educação e exigem que os professores desenvolvam competências para integrar criticamente os recursos digitais às práticas pedagógicas. O desenvolvimento profissional docente constitui uma dimensão indispensável para que a inovação tecnológica resulte em experiências efetivamente educativas.

Outro aspecto fundamental relaciona-se à aprendizagem significativa, uma vez que a utilização de tecnologias precisa estabelecer conexões entre os novos conteúdos e os conhecimentos já construídos pelos estudantes. Ausubel (2003) contribui para essa compreensão ao destacar a importância dos conhecimentos prévios na aquisição e organização de novos conceitos. O uso de softwares, aplicativos, simuladores ou plataformas digitais deve ser planejado de modo que o estudante não apenas execute atividades, mas compreenda os conceitos matemáticos envolvidos, estabeleça relações, formule explicações e atribua significado aos conhecimentos construídos.

O desenvolvimento do pensamento computacional amplia as possibilidades de articulação entre Matemática e cultura digital. A decomposição de problemas, o reconhecimento de padrões, a abstração, a elaboração de sequências lógicas e a construção de algoritmos estabelecem relações com diferentes processos do raciocínio matemático. Wing (2006) destaca a relevância do pensamento computacional como uma forma de estruturar problemas e desenvolver soluções sistemáticas, enquanto Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) discutem sua inserção no contexto educacional. A integração desses princípios às atividades matemáticas pode favorecer o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas e ampliar a capacidade dos estudantes de analisar situações complexas.

Diante dessas transformações, o desenvolvimento deste estudo está organizado em diferentes dimensões que permitem compreender a presença das tecnologias digitais no ensino da Matemática de maneira articulada. São abordadas as possibilidades de integração dos recursos tecnológicos às práticas matemáticas, as contribuições da inteligência artificial, o papel das metodologias ativas, o desenvolvimento do pensamento computacional e a

importância da formação docente para a inovação pedagógica. Essa organização permite analisar não apenas as potencialidades das tecnologias, mas também as condições necessárias para que sua utilização contribua efetivamente para a aprendizagem.

2.1. INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS AO ENSINO DA MATEMÁTICA

A inserção das tecnologias digitais no ensino da Matemática representa uma transformação significativa nas formas de ensinar, aprender e construir conhecimentos. Recursos como softwares matemáticos, plataformas educacionais, simuladores, ambientes virtuais de aprendizagem e aplicativos interativos possibilitam novas formas de representação dos conceitos matemáticos, tornando conteúdos abstratos mais visuais, dinâmicos e acessíveis. Essas ferramentas favorecem a exploração, a experimentação e a investigação, permitindo que os estudantes desenvolvam maior compreensão dos conceitos por meio da interação com diferentes linguagens e recursos tecnológicos.

A utilização desses recursos pode modificar a dinâmica da sala de aula ao possibilitar que o estudante participe ativamente da construção de estratégias para solucionar problemas. Em vez de limitar-se à reprodução de procedimentos previamente apresentados, o aluno pode experimentar diferentes possibilidades, comparar resultados, identificar regularidades e construir conjecturas. Borba, Silva e Gadanidis (2018) evidenciam que as tecnologias digitais introduzem novas formas de produção e representação do conhecimento matemático, favorecendo processos de experimentação e investigação que ampliam as experiências tradicionalmente desenvolvidas no ensino da disciplina.

As tecnologias digitais podem ser articuladas às metodologias ativas, criando situações de aprendizagem baseadas na resolução de problemas, na investigação, na colaboração e no desenvolvimento de projetos. Bacich e Moran (2018) destacam que essas metodologias favorecem maior protagonismo dos estudantes, pois deslocam parte da responsabilidade pelo processo de aprendizagem para os próprios sujeitos. No ensino da Matemática, essa abordagem permite utilizar recursos digitais como instrumentos para investigar situações-problema, produzir representações, analisar dados e comunicar estratégias de resolução, estabelecendo uma relação mais dinâmica entre teoria e prática.

A integração tecnológica também pode favorecer diferentes formas de representação de um mesmo conceito matemático. Uma função, por exemplo, pode ser explorada simultaneamente por meio de expressões algébricas, tabelas, gráficos e representações dinâmicas, permitindo que o estudante estabeleça relações entre diferentes registros. Essa multiplicidade de representações pode contribuir para a compreensão conceitual e para a identificação de padrões e relações matemáticas. Entretanto, a simples disponibilização desses

recursos não garante a aprendizagem, sendo necessária uma intervenção pedagógica capaz de orientar a exploração, problematizar os resultados e estimular a elaboração de explicações matematicamente fundamentadas.

A integração das tecnologias digitais ao ensino da Matemática deve ser compreendida como um processo pedagógico planejado, no qual recursos tecnológicos, objetivos curriculares, conhecimentos prévios e estratégias metodológicas estejam articulados. A tecnologia assume maior relevância quando possibilita ao estudante pensar matematicamente, investigar situações, construir argumentos e desenvolver estratégias próprias de resolução. A inovação tecnológica encontra sua principal contribuição não na substituição das práticas tradicionais por ferramentas digitais, mas na criação de novas possibilidades para ensinar, aprender e produzir conhecimentos matemáticos em uma sociedade marcada pela crescente presença da cultura digital.

Tabela 1 – Integração das tecnologias digitais ao ensino da Matemática.

Tecnologia/recurso digital	Possibilidade de integração ao ensino da Matemática	Estratégia pedagógica	Competências e habilidades desenvolvidas	Contribuições para a aprendizagem
Softwares matemáticos	Permitem representar funções, gráficos, figuras geométricas, operações e relações matemáticas de forma dinâmica	Investigação matemática, experimentação e resolução de problemas	Raciocínio lógico, visualização espacial, interpretação e análise	Favorecem a compreensão de conceitos abstratos por meio de representações visuais e interativas
Plataformas educacionais	Disponibilizam atividades, exercícios, materiais didáticos e acompanhamento do desempenho dos estudantes	Aprendizagem personalizada, atividades individuais e colaborativas	Autonomia, organização, resolução de problemas e competências digitais	Ampliam as possibilidades de acesso aos conteúdos e permitem acompanhar diferentes ritmos de aprendizagem
Ambientes virtuais de aprendizagem	Possibilitam interação entre professores e estudantes, compartilhamento de materiais e realização de atividades matemáticas	Aprendizagem colaborativa e sala de aula invertida	Comunicação, colaboração, autonomia e pensamento crítico	Expandem o espaço de aprendizagem para além da sala de aula convencional
Simuladores digitais	Permitem testar hipóteses, modificar variáveis e observar resultados matemáticos em diferentes situações	Aprendizagem baseada em investigação e resolução de problemas	Formulação de hipóteses, análise de dados e pensamento lógico	Possibilitam experimentar fenômenos e relações matemáticas com maior dinamismo
Aplicativos interativos	Oferecem exercícios, desafios, jogos e atividades matemáticas com diferentes níveis de complexidade	Gamificação e aprendizagem baseada em desafios	Agilidade cognitiva, raciocínio lógico, autonomia e tomada de decisão	Podem aumentar a interação dos estudantes com os conteúdos matemáticos

Inteligência artificial	Possibilita geração de atividades, feedback, apoio à resolução de problemas e adaptação de experiências de aprendizagem	Aprendizagem personalizada e acompanhamento pedagógico	Pensamento crítico, análise, resolução de problemas e autonomia	Pode auxiliar na identificação de dificuldades e na diversificação das estratégias de ensino
Programação	Permite representar procedimentos matemáticos por meio de algoritmos e códigos	Aprendizagem baseada em projetos e resolução de problemas	Pensamento computacional, abstração, decomposição e reconhecimento de padrões	Aproxima Matemática, lógica e tecnologia, favorecendo a compreensão de processos e algoritmos
Robótica educacional	Integra conceitos matemáticos à construção e programação de dispositivos e sistemas	Aprendizagem baseada em projetos e cultura maker	Raciocínio lógico, criatividade, planejamento e resolução de problemas	Favorece a aplicação prática de conceitos matemáticos em situações concretas
Jogos digitais	Apresentam desafios matemáticos contextualizados em situações interativas	Gamificação, desafios e aprendizagem baseada em problemas	Estratégia, tomada de decisão, raciocínio lógico e persistência	Possibilitam trabalhar conceitos matemáticos de maneira interativa e contextualizada
Recursos de realidade aumentada	Permitem visualizar objetos, formas e estruturas matemáticas em ambientes digitais sobrepostos ao espaço físico	Aprendizagem exploratória e visualização matemática	Percepção espacial, investigação e representação	Ampliam as possibilidades de visualização de conceitos geométricos e espaciais
Ferramentas de análise de dados	Permitem organizar, representar e interpretar informações por meio de tabelas, gráficos e indicadores	Investigação, resolução de problemas e projetos interdisciplinares	Raciocínio estatístico, interpretação, análise crítica e tomada de decisão	Aproximam a Matemática de situações reais e favorecem a leitura crítica de informações
Recursos multimídia	Integram vídeos, animações, imagens, gráficos e simulações ao desenvolvimento dos conteúdos	Aprendizagem multimodal e contextualizada	Interpretação, comunicação e associação entre diferentes linguagens	Diversificam as formas de apresentação dos conteúdos matemáticos

Fonte: elaboração própria, com base em Kenski (2012), Papert (2008), Valente (2019) e Wing (2006).

A integração das tecnologias digitais ao ensino da Matemática evidencia que os recursos tecnológicos podem desempenhar diferentes funções pedagógicas, desde a representação visual de conceitos até a criação de situações de investigação, colaboração e resolução de problemas. Borba, Silva e Gadanidis (2018) destacam que as tecnologias digitais modificam as formas de interação com os conhecimentos matemáticos, possibilitando novas maneiras de experimentar, representar e explorar objetos e relações matemáticas. Softwares, simuladores e plataformas interativas podem favorecer a compreensão de conteúdos que, quando apresentados exclusivamente por meio de representações estáticas, podem apresentar maior nível de abstração para determinados estudantes.

A utilização desses recursos também precisa estar articulada a estratégias pedagógicas que promovam a participação ativa dos estudantes. Bacich e Moran (2018) ressaltam a

importância das metodologias ativas na criação de experiências nas quais o estudante participa da investigação, da resolução de problemas e da construção do conhecimento. Dessa maneira, uma plataforma digital, um aplicativo ou um software matemático adquire maior relevância educacional quando integrado a uma situação didática planejada, com objetivos definidos, problematização e acompanhamento do professor.

A aprendizagem significativa constitui outro aspecto importante dessa integração. Para Ausubel (2003), novos conhecimentos precisam estabelecer relações com conhecimentos previamente existentes na estrutura cognitiva do estudante. Assim, o emprego das tecnologias digitais deve estar associado a situações que permitam relacionar os conteúdos matemáticos às experiências, conhecimentos prévios e contextos de aprendizagem dos alunos. A tecnologia, portanto, não constitui o elemento central isoladamente, mas um recurso mediador que pode ampliar as possibilidades de construção de significados.

A programação, a robótica e outras experiências relacionadas ao pensamento computacional também apresentam potencial para aproximar conceitos matemáticos de processos de investigação e resolução de problemas. Wing (2006) caracteriza o pensamento computacional como uma forma de organizar problemas e soluções de maneira que possam ser representados e processados sistematicamente. Nessa perspectiva, atividades de programação podem envolver decomposição de problemas, identificação de padrões, abstração e elaboração de procedimentos, competências que estabelecem relações importantes com o raciocínio matemático. Valente (2019) amplia essa discussão ao situar o pensamento computacional entre as competências associadas às transformações educacionais provocadas pelas tecnologias digitais.

A presença da inteligência artificial acrescenta novas possibilidades ao cenário educacional, especialmente em atividades relacionadas à personalização, geração de exercícios, feedback e apoio à resolução de problemas. Luckin et al. (2016) e Holmes, Bialik e Fadel (2019) discutem possibilidades de utilização da inteligência artificial para apoiar processos educacionais adaptativos. No ensino da Matemática, esses recursos podem auxiliar na diversificação das atividades e no acompanhamento das dificuldades apresentadas pelos estudantes. Entretanto, sua utilização requer mediação docente, análise crítica das respostas produzidas e atenção aos objetivos pedagógicos, evitando que o recurso tecnológico seja utilizado de maneira automática ou desvinculada do processo de aprendizagem.

A integração das tecnologias digitais também deve considerar a diversidade sociocultural dos estudantes e os diferentes contextos nos quais ocorre a aprendizagem matemática. As discussões de Silva e Bacury (2025; 2026) sobre educação etnomatemática na Amazônia e valorização dos saberes tradicionais ampliam essa perspectiva ao evidenciar a importância de reconhecer conhecimentos matemáticos construídos em diferentes contextos

culturais. Os recursos digitais podem ser utilizados para registrar, representar, comparar e investigar práticas matemáticas presentes em comunidades e contextos socioculturais diversos, estabelecendo diálogos entre conhecimentos escolares, experiências locais e tecnologias contemporâneas.

A integração das tecnologias digitais exige formação docente, planejamento e intencionalidade pedagógica. Kenski (2012) evidencia que a incorporação das tecnologias modifica as relações com o conhecimento e exige novas competências profissionais dos educadores. A inovação no ensino da Matemática não decorre simplesmente da presença de equipamentos ou plataformas digitais, mas da capacidade de integrar esses recursos aos objetivos curriculares, às necessidades dos estudantes e às estratégias de aprendizagem. A tecnologia torna-se pedagogicamente relevante quando contribui para ampliar as possibilidades de investigação, representação, comunicação, resolução de problemas e construção de conhecimentos matemáticos.

2.2. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FERRAMENTA DE PERSONALIZAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A inteligência artificial apresenta novas possibilidades para a educação matemática ao possibilitar processos de aprendizagem mais personalizados e adaptativos. Sistemas inteligentes podem auxiliar na identificação das dificuldades dos estudantes, sugerir atividades adequadas ao nível de desenvolvimento individual e oferecer feedbacks imediatos durante o processo de aprendizagem. No ensino da Matemática, essas tecnologias podem contribuir para o acompanhamento contínuo do desempenho dos alunos, favorecendo intervenções pedagógicas mais precisas e estratégias de ensino alinhadas às necessidades específicas de cada estudante. Essa perspectiva ganha relevância diante da diversidade presente nas salas de aula, caracterizada por diferentes conhecimentos prévios, ritmos de aprendizagem, formas de participação e níveis de domínio dos conceitos matemáticos.

A personalização da aprendizagem encontra fundamentos importantes na perspectiva cognitiva de Ausubel (2003), para quem a aprendizagem depende, entre outros aspectos, da relação estabelecida entre os novos conhecimentos e aqueles já presentes na estrutura cognitiva do estudante. A inteligência artificial pode contribuir para identificar padrões de desempenho e indicar atividades de retomada ou aprofundamento, mas a interpretação pedagógica dessas informações precisa considerar os conhecimentos prévios e as experiências individuais dos estudantes. A utilização de sistemas inteligentes, portanto, pode ampliar as possibilidades de acompanhamento, desde que esteja articulada a uma concepção de aprendizagem que valorize a construção de significados e não apenas a obtenção de respostas corretas.

No contexto da Educação Matemática, a personalização pode ser desenvolvida por meio de plataformas capazes de apresentar diferentes níveis de complexidade para uma mesma habilidade, oferecendo exercícios de recuperação, consolidação ou aprofundamento conforme o desempenho observado. Borba, Silva e Gadanidis (2018) demonstram que as tecnologias digitais ampliaram as possibilidades de representação, experimentação e interação com objetos matemáticos, criando condições para práticas pedagógicas que ultrapassam a exposição tradicional dos conteúdos. A inteligência artificial acrescenta a essas possibilidades mecanismos capazes de processar informações sobre as interações dos estudantes e apoiar a organização de percursos diferenciados de aprendizagem.

Outro aspecto relevante refere-se ao feedback durante a realização das atividades. Sistemas inteligentes podem identificar respostas, reconhecer determinados padrões de erro e oferecer orientações que estimulem o estudante a revisar seus procedimentos. Essa dinâmica pode favorecer processos de autorregulação, uma vez que o aluno passa a observar o próprio desempenho e a refletir sobre as estratégias utilizadas. Entretanto, o feedback automatizado não deve substituir a intervenção pedagógica do professor. A análise do erro matemático exige compreensão do raciocínio empregado pelo estudante, das dificuldades conceituais envolvidas e das relações que ele estabelece entre diferentes conhecimentos.

A utilização da inteligência artificial também se articula às metodologias ativas, especialmente quando os recursos tecnológicos são empregados para favorecer investigação, resolução de problemas, aprendizagem baseada em projetos e atividades colaborativas. Bacich e Moran (2018) destacam que as metodologias ativas deslocam o estudante para uma posição de maior participação no processo educativo, favorecendo situações nas quais ele precisa investigar, tomar decisões, construir estratégias e avaliar resultados. Nesse contexto, a inteligência artificial pode funcionar como recurso de apoio à aprendizagem, fornecendo pistas, exemplos, questionamentos e diferentes possibilidades de exploração dos conteúdos matemáticos, sem retirar do estudante a responsabilidade pela construção do conhecimento.

A personalização proporcionada pela inteligência artificial também pode favorecer o desenvolvimento do pensamento computacional. A análise de problemas, a identificação de padrões, a decomposição de situações complexas, a organização de procedimentos e a elaboração de estratégias sistemáticas são competências que estabelecem relações entre pensamento computacional e raciocínio matemático. Wing (2006) apresenta o pensamento computacional como uma forma de estruturar problemas e soluções de maneira sistemática, enquanto Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) discutem sua relevância no contexto educacional. Atividades apoiadas por inteligência artificial podem ser planejadas para estimular não somente a resolução de exercícios, mas também a compreensão dos procedimentos utilizados para chegar às soluções.

A programação constitui outra possibilidade de articulação entre inteligência artificial, Matemática e pensamento computacional. Ao trabalhar com algoritmos e procedimentos, os estudantes podem desenvolver estratégias de decomposição, ordenação e verificação de soluções. Costa e Pereira (2019), ao discutirem o ensino de programação na educação básica, evidenciam a possibilidade de utilizar atividades computacionais para desenvolver habilidades relacionadas à resolução de problemas. Quando associadas à Matemática, essas experiências podem contribuir para que os estudantes compreendam que determinados problemas podem ser analisados, representados e solucionados por meio de sequências lógicas e procedimentos estruturados.

A inteligência artificial pode ainda auxiliar o professor na análise de informações provenientes das atividades realizadas pelos estudantes. Dados relacionados a acertos, erros, tempo de realização, frequência de determinadas respostas e evolução do desempenho podem fornecer subsídios para identificar conteúdos que demandam retomada ou estratégias diferenciadas. Luckin et al. (2016) discutem o potencial da inteligência artificial para apoiar formas mais adaptativas de educação, nas quais informações sobre o percurso do estudante podem contribuir para a organização de experiências de aprendizagem mais individualizadas. No entanto, essas informações devem ser interpretadas criticamente, considerando que indicadores quantitativos não representam, isoladamente, toda a complexidade do processo de aprendizagem.

A atuação docente permanece, portanto, central na utilização pedagógica da inteligência artificial. Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam que a incorporação da inteligência artificial à educação envolve possibilidades e implicações que precisam ser consideradas dentro dos objetivos educacionais e das práticas pedagógicas. No ensino da Matemática, o professor é responsável por selecionar recursos, formular problemas, contextualizar os conteúdos, analisar as respostas dos estudantes e estabelecer intervenções adequadas. A inteligência artificial pode ampliar a capacidade de acompanhamento e diversificação das atividades, mas não elimina a necessidade de mediação humana, especialmente nos processos que envolvem interpretação, argumentação, criatividade e construção de significados.

A dimensão tecnológica também precisa ser acompanhada por formação docente adequada. Kenski (2012) ressalta que as transformações provocadas pelas tecnologias digitais modificam as relações com o conhecimento e exigem novas competências dos profissionais da educação. Nesse sentido, a utilização da inteligência artificial demanda que os professores compreendam não apenas o funcionamento básico das ferramentas, mas também suas possibilidades pedagógicas, limitações e implicações para a avaliação e a aprendizagem. A formação docente deve possibilitar a análise crítica dos recursos digitais, evitando uma

utilização meramente instrumental ou baseada na ideia de que a tecnologia, por si só, produz inovação.

A personalização tecnológica não deve resultar em dependência permanente dos sistemas inteligentes para solucionar problemas matemáticos. Ao contrário, os recursos devem ser utilizados para estimular questionamentos, elaboração de hipóteses, comparação de estratégias e justificativa das respostas. Papert (2008), ao discutir a relação entre educação e informática, contribui para uma compreensão na qual o estudante pode utilizar a tecnologia como instrumento de construção e exploração do conhecimento. Essa perspectiva permanece pertinente diante das ferramentas contemporâneas de inteligência artificial, especialmente quando o objetivo consiste em desenvolver sujeitos capazes de pensar, criar e resolver problemas de maneira autônoma.

A utilização da inteligência artificial também pode ser relacionada à diversidade cultural e contextual da aprendizagem matemática. As contribuições de Silva e Bacury (2025; 2026) sobre a Educação Etnomatemática na Amazônia evidenciam a importância de reconhecer os diferentes saberes e experiências presentes nos contextos educativos. Ferramentas inteligentes podem ser utilizadas para desenvolver situações-problema contextualizadas em práticas sociais e culturais dos estudantes, aproximando os conteúdos escolares de realidades concretas. A personalização, portanto, não deve restringir-se ao nível de dificuldade das atividades, mas pode considerar também os contextos, interesses, experiências e conhecimentos socioculturais que fazem parte da trajetória dos estudantes.

No ensino médio, especialmente em contextos de formação em tempo integral, a utilização articulada de tecnologias digitais e estratégias pedagógicas diversificadas pode ampliar as oportunidades de exploração dos conteúdos matemáticos. Sousa (2026) contribui para essa discussão ao abordar métodos de ensino de Matemática no Ensino Médio em tempo integral, contexto no qual a organização dos tempos e espaços educativos pode favorecer experiências diferenciadas de aprendizagem. Nesse cenário, recursos baseados em inteligência artificial podem apoiar atividades de aprofundamento, resolução de problemas, projetos interdisciplinares e acompanhamento individualizado, desde que integrados ao planejamento curricular e às finalidades formativas da instituição.

A inteligência artificial pode ser compreendida como uma ferramenta de apoio à personalização da aprendizagem matemática, capaz de ampliar as possibilidades de diagnóstico, acompanhamento, feedback, adaptação de atividades e diversificação das experiências educativas. Contudo, sua efetividade depende da articulação entre tecnologia, fundamentos pedagógicos, formação docente e participação ativa dos estudantes. A personalização não consiste apenas em oferecer atividades diferentes para cada aluno, mas em

construir percursos de aprendizagem nos quais os conhecimentos prévios, as dificuldades, os avanços e as necessidades formativas sejam considerados de maneira sistemática.

A inteligência artificial possui potencial para contribuir para uma educação matemática mais individualizada, investigativa e orientada pelas necessidades dos estudantes, especialmente quando associada às metodologias ativas, à aprendizagem significativa e ao pensamento computacional. Sua utilização deve ocorrer de forma crítica, ética e pedagogicamente planejada, mantendo o professor como mediador e responsável pela tomada de decisões educativas. Nesse sentido, a inteligência artificial não deve ser compreendida como substituta da ação docente, mas como recurso tecnológico que pode ampliar a capacidade de acompanhar processos de aprendizagem, diversificar estratégias e criar novas oportunidades para que os estudantes desenvolvam autonomia, raciocínio lógico, criatividade e capacidade de resolução de problemas.

Tabela 2: Inteligência artificial como ferramenta de personalização da aprendizagem.

Dimensão da inteligência artificial	Aplicação no ensino da Matemática	Estratégia de personalização	Habilidades desenvolvidas	Contribuições para a aprendizagem
Diagnóstico de aprendizagem	Identificação de dificuldades em operações, conceitos, procedimentos e resolução de problemas	Análise individual do desempenho e identificação de lacunas	Autonomia, autorregulação e reconhecimento de dificuldades	Permite direcionar intervenções pedagógicas de acordo com as necessidades identificadas
Feedback imediato	Retorno automático sobre respostas, procedimentos e estratégias utilizadas pelos estudantes	Correção orientadora e indicação de possibilidades de revisão	Autocorreção, reflexão e monitoramento da aprendizagem	Possibilita que o estudante identifique erros e reformule suas estratégias durante a atividade
Adaptação de atividades	Seleção ou geração de tarefas com diferentes níveis de complexidade	Adequação das atividades ao desempenho e ao ritmo individual	Resolução de problemas, raciocínio lógico e autonomia	Favorece percursos de aprendizagem diferenciados
Tutoria inteligente	Apoio individual durante a resolução de exercícios e situações-problema	Orientações graduais conforme as dificuldades apresentadas	Raciocínio matemático, argumentação e tomada de decisão	Pode ampliar as oportunidades de acompanhamento individualizado
Geração de exercícios	Criação de questões matemáticas diversificadas a partir de objetivos definidos pelo professor	Variação de níveis, contextos e tipos de problemas	Flexibilidade cognitiva e resolução de problemas	Amplia a quantidade e a diversidade de situações de aprendizagem
Personalização do ritmo	Organização de atividades conforme o progresso de cada estudante	Avanço, retomada ou aprofundamento de conteúdos	Autorregulação e autonomia	Permite respeitar diferentes ritmos de aprendizagem

Análise de desempenho	Processamento de dados sobre respostas, erros e evolução	Acompanhamento contínuo e identificação de padrões de aprendizagem	Análise, reflexão e autorregulação	Auxilia o professor na tomada de decisões pedagógicas
Recomendações pedagógicas	Sugestão de conteúdos, atividades e estratégias de estudo	Encaminhamentos individualizados conforme o desempenho	Autonomia e planejamento	Pode apoiar a elaboração de percursos diferenciados de aprendizagem
Apoio à resolução de problemas	Apresentação de pistas, perguntas orientadoras e diferentes possibilidades de abordagem	Mediação gradual sem fornecer necessariamente a solução final	Pensamento crítico, raciocínio lógico e argumentação	Estimula a construção de estratégias próprias para solucionar problemas
Reconhecimento de padrões	Identificação de regularidades em respostas e procedimentos matemáticos	Análise de padrões de acertos e dificuldades	Pensamento computacional e raciocínio lógico	Contribui para compreender processos recorrentes de aprendizagem
Recursos de linguagem natural	Interação com estudantes por meio de perguntas e explicações em linguagem acessível	Adequação da comunicação ao nível de compreensão do estudante	Comunicação matemática e interpretação	Pode facilitar o acesso a explicações diferenciadas sobre determinados conceitos
Acompanhamento docente	Organização de informações sobre o desempenho da turma e de estudantes individuais	Apoio à tomada de decisões e ao planejamento de intervenções	Avaliação diagnóstica e planejamento pedagógico	Permite ao professor identificar necessidades e reorganizar estratégias de ensino

Fonte: elaboração própria, com base em Ausubel (2003), Bacich e Moran (2018) e Wing (2006).

A inteligência artificial amplia as possibilidades de personalização da aprendizagem matemática ao permitir que diferentes informações relacionadas ao desempenho dos estudantes sejam utilizadas como subsídios para o planejamento pedagógico. Sistemas inteligentes podem identificar padrões de erros, dificuldades recorrentes e níveis diferenciados de desempenho, oferecendo informações que auxiliam na definição de estratégias de intervenção. Luckin et al. (2016) discutem justamente a possibilidade de utilização da inteligência artificial para apoiar processos educacionais mais adaptativos, nos quais os recursos tecnológicos podem contribuir para acompanhar diferentes trajetórias de aprendizagem.

No ensino da Matemática, essa personalização pode assumir diferentes formas, desde a adaptação do nível de complexidade das atividades até a oferta de feedbacks durante a resolução de problemas. Holmes, Bialik e Fadel (2019) apontam que a inteligência artificial apresenta possibilidades relevantes para o ensino e a aprendizagem, especialmente quando utilizada para apoiar processos educacionais individualizados. Entretanto, a personalização não deve ser compreendida como automatização integral do ensino, pois a interpretação das informações produzidas pelos sistemas depende da análise pedagógica realizada pelo professor.

A perspectiva da aprendizagem significativa também contribui para compreender os limites e as possibilidades da personalização tecnológica. Ausubel (2003) destaca a importância dos conhecimentos prévios para a aquisição de novos conhecimentos. Assim, uma ferramenta baseada em inteligência artificial pode identificar determinadas dificuldades ou sugerir atividades, mas cabe ao professor interpretar essas informações e relacioná-las aos conhecimentos que o estudante já possui. A personalização torna-se pedagogicamente mais consistente quando considera não apenas respostas corretas ou incorretas, mas também os processos utilizados pelo estudante para chegar a determinada solução.

A inteligência artificial pode ainda favorecer diferentes caminhos para a resolução de um mesmo problema matemático. Em vez de apresentar exclusivamente uma resposta final, recursos digitais podem ser utilizados para oferecer pistas, questionamentos e etapas intermediárias que estimulem o estudante a refletir sobre sua própria estratégia. Essa perspectiva aproxima-se das metodologias ativas, nas quais a aprendizagem é construída mediante participação, investigação e resolução de problemas. Bacich e Moran (2018) ressaltam a importância de estratégias que atribuem ao estudante maior protagonismo, aspecto que pode ser potencializado quando os recursos tecnológicos são utilizados de maneira planejada.

A análise de dados educacionais pode fornecer ao professor informações sobre conteúdos nos quais determinados estudantes apresentam maior dificuldade, permitindo reorganizar atividades, propor retomadas e planejar intervenções diferenciadas. Nesse sentido, a inteligência artificial pode funcionar como instrumento de apoio ao trabalho docente, contribuindo para ampliar a capacidade de acompanhamento individual sem eliminar a necessidade de avaliação humana e de observação pedagógica.

A personalização também pode contribuir para aproximar o ensino da Matemática dos princípios do pensamento computacional. A identificação de padrões, a decomposição de problemas, a organização de procedimentos e a elaboração de estratégias constituem elementos presentes tanto no raciocínio matemático quanto no pensamento computacional. Wing (2006) situa essas habilidades como componentes importantes da resolução sistemática de problemas, enquanto Valente (2019) relaciona o pensamento computacional às competências necessárias no contexto educacional contemporâneo.

Apesar dessas possibilidades, a utilização da inteligência artificial requer atenção aos aspectos éticos e pedagógicos envolvidos na coleta, interpretação e utilização dos dados dos estudantes. O recurso tecnológico deve permanecer subordinado aos objetivos educacionais, evitando que recomendações automatizadas sejam aceitas sem análise crítica. Kenski (2012) evidencia que a incorporação das tecnologias à educação modifica as práticas pedagógicas e exige novas competências dos profissionais da educação. Portanto, cabe ao professor avaliar a

pertinência das sugestões produzidas pelos sistemas, contextualizá-las e transformá-las em experiências efetivas de aprendizagem.

A inteligência artificial pode contribuir para uma Matemática mais personalizada, desde que integrada a uma concepção pedagógica que valorize a autonomia, a mediação docente, os conhecimentos prévios e a diversidade dos estudantes. A tecnologia pode ampliar a capacidade de identificar necessidades, diversificar atividades e acompanhar processos de aprendizagem, mas a construção do conhecimento matemático permanece vinculada à interação entre estudante, professor, conhecimento e contexto. A personalização proporcionada pela inteligência artificial, portanto, alcança maior significado educacional quando articulada às metodologias ativas, ao pensamento computacional e à aprendizagem significativa.

2.3. METODOLOGIAS ATIVAS COMO ESTRATÉGIAS PARA O PROTAGONISMO ESTUDANTIL

As metodologias ativas modificam a organização tradicional da sala de aula ao colocar o estudante como sujeito central do processo educativo. Estratégias como aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas, sala de aula invertida, aprendizagem colaborativa e investigação matemática estimulam a participação, a autonomia e a construção coletiva do conhecimento. Para Bacich e Moran (2018), essas metodologias favorecem uma reorganização das práticas pedagógicas ao promover situações nas quais os estudantes são envolvidos de maneira mais direta na construção do conhecimento. No ensino da Matemática, essa perspectiva possibilita superar práticas excessivamente centradas na exposição de fórmulas e procedimentos, criando oportunidades para que os estudantes formulem hipóteses, investiguem situações, testem estratégias e desenvolvam diferentes caminhos para solucionar problemas.

A aprendizagem significativa constitui uma importante base para compreender o protagonismo estudantil, pois o envolvimento ativo do estudante precisa estar associado à construção de relações entre os novos conhecimentos e aquilo que já integra sua estrutura cognitiva. Ausubel (2003) destaca a importância dos conhecimentos prévios para que novos conceitos sejam incorporados de maneira significativa. Assim, atividades matemáticas organizadas a partir de situações contextualizadas, problemas investigativos e desafios podem favorecer a mobilização de conhecimentos anteriores e sua articulação com novos conceitos. O estudante deixa de ocupar uma posição exclusivamente receptiva e passa a participar de processos de interpretação, comparação, elaboração de estratégias e construção de explicações.

No contexto digital, as metodologias ativas são potencializadas pelo uso de ferramentas tecnológicas que ampliam as possibilidades de pesquisa, criação, comunicação e compartilhamento de soluções matemáticas. Borba, Silva e Gadanidis (2018) demonstram que as tecnologias digitais transformam as formas de interação com o conhecimento matemático,

permitindo explorar representações, construir conjecturas e experimentar diferentes possibilidades. Softwares matemáticos, plataformas educacionais, simuladores, aplicativos, ambientes virtuais e ferramentas de inteligência artificial podem, portanto, ser incorporados às atividades como instrumentos de investigação e produção, desde que sua utilização esteja vinculada a objetivos pedagógicos claramente definidos.

A aprendizagem baseada em projetos constitui uma estratégia particularmente relevante para o desenvolvimento do protagonismo, pois permite integrar conteúdos matemáticos a situações concretas e problemas presentes na realidade dos estudantes. Nesse tipo de abordagem, os alunos podem pesquisar informações, organizar dados, elaborar representações, realizar cálculos, construir modelos e apresentar resultados. O processo envolve planejamento, tomada de decisões, colaboração e avaliação das próprias estratégias. A utilização de ferramentas digitais amplia essas possibilidades ao permitir a construção de gráficos, tabelas, apresentações, modelos matemáticos e registros compartilhados, transformando o estudante em produtor de conhecimentos e não apenas consumidor de informações.

A resolução de problemas também ocupa posição central nas metodologias ativas aplicadas à Matemática. Em situações-problema, os estudantes precisam interpretar informações, selecionar conhecimentos pertinentes, formular hipóteses e avaliar diferentes estratégias. A tecnologia pode ampliar esse processo ao possibilitar simulações, representações gráficas, cálculos automatizados e exploração de diferentes cenários. Entretanto, o uso de recursos digitais não deve eliminar o esforço cognitivo necessário à resolução. Ao contrário, deve contribuir para que o estudante compreenda os procedimentos, justifique suas escolhas e desenvolva argumentos matemáticos.

A sala de aula invertida constitui outra possibilidade de reorganização do ensino matemático. Nessa abordagem, determinados conteúdos ou materiais introdutórios podem ser disponibilizados previamente em ambientes digitais, enquanto o tempo de interação pedagógica é destinado à discussão, resolução de problemas, investigação e esclarecimento de dúvidas. Essa organização pode favorecer maior aproveitamento dos momentos de interação entre professor e estudantes, permitindo que dificuldades específicas sejam trabalhadas de maneira mais direcionada. A utilização de recursos digitais, nesse caso, precisa estar acompanhada de orientações claras para que o estudante desenvolva autonomia na organização de seus estudos.

A aprendizagem colaborativa também apresenta grande relevância para o protagonismo estudantil. Ao resolver problemas em grupo, os estudantes precisam explicar seus raciocínios, ouvir diferentes estratégias, comparar resultados e construir consensos. Essa dinâmica contribui para o desenvolvimento da comunicação matemática e da capacidade de argumentação. No ambiente digital, documentos compartilhados, fóruns, quadros virtuais e

plataformas colaborativas podem ampliar os espaços de interação, permitindo que as produções sejam registradas, revisadas e aperfeiçoadas coletivamente.

A investigação matemática, por sua vez, possibilita que os estudantes assumam uma postura de pesquisadores diante dos conteúdos. Em vez de receberem diretamente uma regra ou procedimento, podem ser convidados a observar regularidades, formular conjecturas, testar possibilidades e construir explicações. Borba, Silva e Gadanidis (2018) ressaltam que os ambientes tecnológicos ampliam as possibilidades de experimentação e exploração matemática. Essa característica torna os recursos digitais especialmente relevantes para atividades investigativas, nas quais a visualização e a manipulação de representações podem ajudar os estudantes a perceber relações que dificilmente seriam identificadas por meio de procedimentos exclusivamente estáticos.

As metodologias ativas também podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional. Atividades que envolvem programação, construção de algoritmos, identificação de padrões e decomposição de problemas permitem estabelecer relações entre competências matemáticas e competências digitais. Wing (2006) apresenta o pensamento computacional como uma forma de organizar problemas e construir soluções sistemáticas. No contexto educacional, Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) destacam sua importância para o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas, enquanto Valente (2019) discute sua relação com os novos desafios educacionais associados à cultura digital.

A programação pode ser utilizada como estratégia pedagógica para tornar visíveis processos matemáticos que, muitas vezes, permanecem implícitos. Ao elaborar uma sequência de comandos para solucionar determinado problema, o estudante precisa compreender a ordem das operações, identificar condições, reconhecer padrões e verificar se o resultado produzido corresponde ao objetivo estabelecido. Costa e Pereira (2019), ao discutirem o ensino de programação na educação básica, evidenciam possibilidades de utilização desse recurso para desenvolver habilidades relacionadas ao pensamento computacional. A programação, portanto, pode constituir uma ponte entre raciocínio matemático, resolução de problemas e cultura digital.

A cultura maker representa outra possibilidade de fortalecimento do protagonismo estudantil. Por meio da construção de protótipos, modelos, objetos e soluções, os estudantes podem aplicar conhecimentos matemáticos em situações concretas. Medidas, proporções, geometria, estatística, estimativas e relações espaciais podem ser exploradas durante processos de planejamento, construção, teste e reformulação. Essa perspectiva aproxima-se das contribuições de Papert (2008), especialmente no que se refere à possibilidade de aprender por meio da criação e da construção de objetos significativos. O estudante passa, assim, a aprender Matemática enquanto produz, experimenta e modifica suas próprias construções.

A inteligência artificial também pode integrar metodologias ativas quando utilizada como recurso de apoio à pesquisa, elaboração de hipóteses, geração de situações-problema e análise de diferentes estratégias. Holmes, Bialik e Fadel (2019) e Luckin et al. (2016) discutem possibilidades de utilização da inteligência artificial para apoiar processos de ensino e aprendizagem. No entanto, seu emprego pedagógico precisa estimular a reflexão e a autoria dos estudantes, evitando que a ferramenta seja utilizada apenas para fornecer respostas prontas. A interação com sistemas inteligentes pode ser pedagogicamente significativa quando os estudantes são convidados a avaliar informações, identificar inconsistências, comparar soluções e justificar suas conclusões.

O professor assume uma função essencial na organização das experiências de aprendizagem. As metodologias ativas não significam ausência de planejamento ou redução da intervenção docente. Pelo contrário, exigem que o professor defina objetivos, selecione problemas relevantes, organize grupos, escolha recursos tecnológicos e acompanhe sistematicamente o desenvolvimento das atividades. Kenski (2012) evidencia que a incorporação das tecnologias à educação demanda novas competências profissionais, uma vez que os recursos digitais transformam as formas de acesso, produção e circulação do conhecimento.

O protagonismo estudantil também precisa considerar a diversidade cultural e social presente nos diferentes contextos educativos. As contribuições de Silva e Bacury (2025; 2026) para a discussão da Educação Etnomatemática na Amazônia demonstram a importância de reconhecer os saberes tradicionais e as diferentes formas de produzir e utilizar conhecimentos matemáticos. Nesse sentido, metodologias ativas podem partir de situações presentes nas comunidades, nos territórios e nas experiências cotidianas dos estudantes, permitindo que conhecimentos escolares dialoguem com saberes culturais. A tecnologia digital pode ampliar esse processo por meio do registro, da documentação, da representação e do compartilhamento dessas experiências.

No Ensino Médio em tempo integral, as metodologias ativas podem contribuir para diversificar os tempos e espaços destinados à aprendizagem matemática. Sousa (2026) discute métodos de ensino de Matemática nesse contexto, possibilitando refletir sobre estratégias que ultrapassem a organização exclusivamente expositiva das aulas. Projetos interdisciplinares, resolução de problemas, investigação, atividades colaborativas e uso de recursos digitais podem ser articulados em períodos ampliados de aprendizagem, permitindo maior tempo para planejamento, experimentação, produção e apresentação dos resultados.

As metodologias ativas constituem estratégias relevantes para promover o protagonismo estudantil no ensino da Matemática, especialmente quando articuladas às tecnologias digitais, à aprendizagem significativa e ao pensamento computacional. A principal

transformação não consiste simplesmente em substituir uma metodologia tradicional por outra, mas em reorganizar as experiências educativas para que os estudantes possam investigar, questionar, criar, colaborar, argumentar e tomar decisões. A tecnologia, nesse processo, atua como instrumento de ampliação das possibilidades de aprendizagem, enquanto o professor permanece responsável pela mediação pedagógica e pela construção de situações didáticas intencionalmente planejadas.

A integração entre metodologias ativas e cultura digital contribui para uma concepção de Educação Matemática na qual o estudante participa efetivamente da produção do conhecimento. A aprendizagem baseada em projetos, a resolução de problemas, a investigação matemática, a colaboração, a programação, a cultura maker e o uso crítico da inteligência artificial podem favorecer o desenvolvimento articulado de competências matemáticas, digitais, cognitivas e socioeducacionais. Quando planejadas de forma coerente, essas estratégias possibilitam que a Matemática seja compreendida não apenas como um conjunto de procedimentos, mas como uma área de conhecimento relacionada à investigação, à criatividade, à argumentação, à resolução de problemas e à compreensão crítica da realidade.

Tabela 3: Metodologias ativas como estratégias para o protagonismo estudantil.

Metodologia ativa	Aplicação no ensino da Matemática	Papel do estudante	Papel do professor	Tecnologias digitais potencializadoras	Competências desenvolvidas
Aprendizagem baseada em projetos	Desenvolvimento de projetos envolvendo situações matemáticas relacionadas a problemas reais	Investiga, planeja, executa, analisa resultados e apresenta soluções	Orienta, acompanha e realiza intervenções durante o projeto	Plataformas colaborativas, planilhas, softwares matemáticos, ferramentas de apresentação e inteligência artificial	Autonomia, criatividade, planejamento, colaboração e resolução de problemas
Aprendizagem baseada em problemas	Investigação de situações-problema que exigem mobilização de diferentes conhecimentos matemáticos	Formula hipóteses, testa estratégias, argumenta e busca soluções	Problematiza, questiona e orienta a construção das estratégias	Simuladores, aplicativos matemáticos, ambientes virtuais e ferramentas de pesquisa	Raciocínio lógico, pensamento crítico, argumentação e tomada de decisão
Sala de aula invertida	Estudo prévio de conteúdos por meio de materiais digitais e utilização do encontro presencial para aplicação e discussão	Organiza o estudo, pesquisa, resolve problemas e participa das discussões	Planeja os materiais e utiliza o tempo presencial para mediação e aprofundamento	Videoaulas, plataformas educacionais, podcasts, apresentações e ambientes virtuais	Autonomia, organização, autorregulação e participação
Aprendizagem colaborativa	Resolução coletiva de problemas e construção	Compartilha ideias, argumenta, escuta e negocia	Organiza grupos, acompanha interações e	Documentos compartilhados, fóruns, quadros virtuais e	Comunicação, cooperação, argumentação e responsabilidade

	conjunta de conceitos matemáticos	estratégias	promove intervenções	plataformas colaborativas	coletiva
Investigação matemática	Exploração de padrões, relações, conjecturas e diferentes estratégias de resolução	Formula perguntas, levanta conjecturas, testa possibilidades e justifica conclusões	Orienta a investigação e estimula questionamentos matemáticos	Softwares de geometria dinâmica, planilhas, simuladores e recursos gráficos	Raciocínio investigativo, criatividade, análise e argumentação
Gamificação	Utilização de desafios, missões, níveis e elementos de jogos para trabalhar conteúdos matemáticos	Participa dos desafios, toma decisões e acompanha seu próprio progresso	Estrutura desafios e acompanha o desenvolvimento das aprendizagens	Jogos digitais, aplicativos, plataformas gamificadas e quizzes interativos	Motivação, persistência, raciocínio lógico e tomada de decisão
Aprendizagem por desafios	Organização de situações que exigem soluções para problemas matemáticos contextualizados	Assume responsabilidades e busca diferentes possibilidades de solução	Propõe desafios e acompanha o processo de resolução	Aplicativos, simuladores, ferramentas de pesquisa e recursos de inteligência artificial	Criatividade, autonomia, resolução de problemas e pensamento crítico
Aprendizagem entre pares	Discussão e explicação de conceitos matemáticos entre os próprios estudantes	Explica, questiona, compara estratégias e aprende com os colegas	Organiza as interações e identifica dificuldades conceituais	Plataformas de votação, fóruns, aplicativos e ambientes colaborativos	Comunicação matemática, cooperação e argumentação
Estudo de caso	Análise de situações reais que envolvem estatística, porcentagem, funções, geometria ou outros conteúdos	Analisa dados, interpreta informações e propõe soluções	Contextualiza o caso e orienta a análise	Planilhas eletrônicas, bancos de dados, gráficos e ferramentas de visualização	Análise crítica, interpretação de dados e tomada de decisão
Cultura maker	Construção de objetos, modelos ou protótipos utilizando conhecimentos matemáticos	Planeja, constrói, testa, modifica e avalia suas produções	Orienta o processo e estimula experimentação e reflexão	Robótica, programação, impressão 3D e ferramentas de modelagem	Criatividade, pensamento computacional, resolução de problemas e planejamento
Aprendizagem por investigação	Exploração de fenômenos e situações matemáticas a partir de perguntas orientadoras	Pesquisa, experimenta, coleta informações e constrói conclusões	Media a investigação e estimula a formulação de hipóteses	Simuladores, softwares matemáticos, recursos multimídia e ambientes virtuais	Investigação, autonomia, pensamento crítico e raciocínio matemático
Produção colaborativa	Criação coletiva de materiais, apresentações, modelos e soluções matemáticas	Produz, revisa, argumenta e compartilha conhecimentos	Coordena o processo e oferece feedback	Editores colaborativos, plataformas digitais, vídeos e apresentações interativas	Comunicação, criatividade, colaboração e competência digital

Fonte: elaboração própria, com base em Kenski (2012), Papert (2008) e Wing (2006).

A Tabela 3 evidencia que as metodologias ativas podem assumir diferentes configurações no ensino da Matemática, mas apresentam como elemento comum a participação mais efetiva do estudante na construção do conhecimento. A aprendizagem baseada em projetos, a resolução de problemas e a investigação matemática deslocam o foco da simples transmissão de procedimentos para situações nas quais os estudantes precisam formular estratégias, analisar informações, testar possibilidades e justificar suas conclusões. O conhecimento matemático passa a ser mobilizado como instrumento para compreender e solucionar situações, e não apenas como conteúdo a ser reproduzido.

A utilização das tecnologias digitais amplia essas possibilidades ao oferecer ambientes nos quais os estudantes podem pesquisar, representar, simular, criar, compartilhar e revisar suas produções. Borba, Silva e Gadanidis (2018) destacam que as tecnologias digitais transformam as formas de interação com os conhecimentos matemáticos, favorecendo novas possibilidades de experimentação e representação. A tecnologia pode potencializar as metodologias ativas quando utilizada de maneira articulada aos objetivos de aprendizagem e às situações-problema propostas pelo professor.

A aprendizagem significativa também constitui fundamento importante para essa abordagem. Ausubel (2003) enfatiza a relevância dos conhecimentos prévios na construção de novos significados, o que implica considerar aquilo que os estudantes já sabem durante a elaboração das atividades. As metodologias ativas podem favorecer essa articulação ao partir de problemas, experiências e situações contextualizadas que permitam relacionar conhecimentos anteriores aos novos conceitos matemáticos.

O protagonismo estudantil não significa retirar do professor sua responsabilidade pedagógica. Ao contrário, exige uma atuação docente planejada, na qual o professor organiza situações de aprendizagem, formula questões, acompanha os grupos, identifica dificuldades e oferece intervenções quando necessário. Bacich e Moran (2018) relacionam as metodologias ativas a práticas que estimulam maior participação dos estudantes, mas que dependem de planejamento e mediação para alcançar seus objetivos educacionais.

A articulação entre metodologias ativas, tecnologias digitais e pensamento computacional também amplia as possibilidades de desenvolvimento de competências relacionadas à decomposição de problemas, identificação de padrões, elaboração de procedimentos e avaliação de soluções. Wing (2006) evidencia a importância dessas formas de pensamento para a resolução sistemática de problemas, enquanto Valente (2019) destaca sua relevância diante das novas demandas educacionais relacionadas à cultura digital. No ensino da Matemática, essa articulação pode favorecer experiências nas quais os estudantes não apenas resolvem problemas, mas também refletem sobre os caminhos utilizados para chegar às soluções.

As metodologias ativas constituem estratégias relevantes para aproximar o ensino da Matemática das experiências investigativas, colaborativas e tecnológicas características da sociedade contemporânea. Sua efetividade está relacionada à integração entre objetivos curriculares, participação estudantil, mediação docente e utilização intencional dos recursos digitais. Quando esses elementos são articulados, a sala de aula pode transformar-se em espaço de investigação, criação, argumentação e construção coletiva de conhecimentos matemáticos.

2.4. DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E DAS COMPETÊNCIAS MATEMÁTICAS

O pensamento computacional constitui uma competência relevante na formação dos estudantes na sociedade contemporânea, envolvendo habilidades relacionadas à decomposição de problemas, ao reconhecimento de padrões, à abstração, à elaboração de algoritmos, à análise de dados e à construção sistemática de estratégias de resolução. Wing (2006) caracteriza o pensamento computacional como uma forma de estruturar problemas e soluções de maneira que possam ser executadas por pessoas ou sistemas computacionais. No contexto da Educação Matemática, essa perspectiva estabelece relações importantes com processos de raciocínio lógico, investigação, representação, generalização e resolução de problemas, ampliando as possibilidades de articulação entre conhecimentos matemáticos e competências digitais.

A aproximação entre pensamento computacional e Matemática pode ser compreendida a partir da própria natureza investigativa do conhecimento matemático. Resolver um problema matemático implica frequentemente interpretar informações, identificar relações, selecionar procedimentos, estabelecer hipóteses, testar estratégias e avaliar resultados. Essas ações apresentam correspondência com dimensões do pensamento computacional, especialmente quando o estudante precisa decompor uma situação complexa em partes menores e organizá-las de maneira lógica. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) destacam que a compreensão do pensamento computacional no contexto educacional envolve processos que podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias estruturadas de resolução de problemas.

A decomposição de problemas constitui, nesse sentido, uma estratégia fundamental para a aprendizagem matemática. Problemas envolvendo múltiplas informações podem ser reorganizados em etapas, permitindo que os estudantes identifiquem dados relevantes, estabeleçam relações entre as informações e determinem procedimentos adequados para alcançar uma solução. Essa prática favorece a organização do raciocínio e pode ser aplicada a conteúdos relacionados à aritmética, à álgebra, à geometria, à estatística e à probabilidade. Ao trabalhar com problemas complexos, o estudante desenvolve gradualmente a capacidade de compreender que uma situação ampla pode ser analisada a partir de componentes menores e inter-relacionados.

O reconhecimento de padrões representa outra dimensão essencial dessa articulação. Na Matemática, a identificação de regularidades está presente na análise de sequências, funções, formas geométricas, relações numéricas e conjuntos de dados. As tecnologias digitais podem ampliar essa experiência ao permitir a manipulação de variáveis e a observação de mudanças em representações dinâmicas. Borba, Silva e Gadanidis (2018) discutem como as tecnologias digitais modificaram as possibilidades de exploração e produção de conhecimentos matemáticos, favorecendo ambientes nos quais os estudantes podem experimentar, visualizar relações e construir conjecturas.

A abstração também apresenta papel central no desenvolvimento simultâneo do pensamento computacional e das competências matemáticas. Abstrair significa selecionar características essenciais de determinado fenômeno, ignorando informações secundárias para construir uma representação que possibilite sua compreensão ou resolução. Na Educação Matemática, essa capacidade está relacionada à construção de modelos, símbolos, expressões, gráficos e representações. Em atividades de modelagem matemática, por exemplo, o estudante precisa identificar as variáveis relevantes de uma situação real e estabelecer relações entre elas, transformando um fenômeno concreto em uma estrutura matemática que possa ser analisada.

A elaboração de algoritmos estabelece uma relação ainda mais direta entre Matemática e pensamento computacional. Um algoritmo organiza procedimentos em uma sequência lógica destinada à realização de uma tarefa ou à resolução de um problema. No ensino da Matemática, essa perspectiva pode ser explorada por meio da construção de sequências de operações, procedimentos de cálculo, regras de decisão e estratégias sistemáticas para solucionar problemas. Valente (2019) ressalta a necessidade de compreender o pensamento computacional no contexto dos novos desafios educacionais, considerando sua articulação com competências digitais e processos de aprendizagem.

A programação constitui uma estratégia particularmente relevante para desenvolver essas habilidades. Ao programar, o estudante precisa transformar uma ideia ou estratégia de resolução em uma sequência de instruções suficientemente precisa para ser executada por um sistema. Esse processo exige organização lógica, identificação de condições, reconhecimento de padrões, utilização de variáveis e avaliação dos resultados obtidos. Costa e Pereira (2019), ao discutirem o ensino de programação na educação básica, evidenciam possibilidades de utilização dessa prática para o desenvolvimento do pensamento computacional. Quando associada à Matemática, a programação pode favorecer a compreensão de procedimentos matemáticos e estimular a busca por soluções eficientes.

A programação também possibilita trabalhar o conceito de erro como elemento integrante da aprendizagem. Quando um algoritmo não produz o resultado esperado, o estudante precisa analisar sua estrutura, localizar possíveis inconsistências, modificar

comandos e testar novamente a solução. Esse processo de identificação e correção de erros, conhecido como depuração, aproxima-se de práticas investigativas presentes na Matemática, nas quais uma estratégia pode ser revisada e aperfeiçoada a partir da análise dos resultados. Dessa forma, o erro deixa de ser compreendido apenas como resultado negativo e passa a constituir uma oportunidade de reflexão sobre o processo utilizado.

A robótica educacional amplia essas possibilidades ao associar programação, movimento, construção e resolução de problemas concretos. A utilização de robôs, sensores e dispositivos programáveis permite explorar conceitos relacionados a medidas, ângulos, distância, velocidade, proporcionalidade, geometria e localização espacial. Essa abordagem pode favorecer a aprendizagem por meio da experimentação, pois os estudantes planejam determinada ação, programam o dispositivo, observam o comportamento produzido e realizam ajustes quando necessário. A perspectiva construcionista de Papert (2008) contribui para compreender o potencial educativo de situações nas quais o estudante aprende enquanto constrói, manipula e modifica objetos ou representações.

A análise de dados constitui outra dimensão importante do desenvolvimento das competências matemáticas na cultura digital. A sociedade contemporânea produz e disponibiliza grande quantidade de informações quantitativas, tornando necessário que os estudantes desenvolvam competências para coletar, organizar, representar, interpretar e avaliar dados. Planilhas eletrônicas, gráficos interativos, plataformas de visualização e ferramentas computacionais podem ser utilizadas em atividades nas quais os estudantes analisam situações reais, identificam tendências, comparam informações e formulam conclusões. Esse processo aproxima a Matemática de problemas concretos e favorece o desenvolvimento do raciocínio estatístico.

A aprendizagem baseada em projetos pode integrar diferentes dimensões do pensamento computacional em uma única experiência educativa. Um projeto matemático pode partir de um problema contextualizado e envolver levantamento de dados, decomposição da situação, identificação de padrões, elaboração de modelos, construção de algoritmos, utilização de ferramentas digitais e apresentação de resultados. Bacich e Moran (2018) destacam que as metodologias ativas favorecem uma organização pedagógica na qual o estudante participa de maneira mais efetiva da construção do conhecimento. Nessa perspectiva, o pensamento computacional pode ser desenvolvido de maneira integrada às competências matemáticas, evitando sua abordagem como conteúdo isolado.

A aprendizagem significativa constitui outro elemento importante nessa articulação. Ausubel (2003) destaca que a aprendizagem ocorre de maneira mais significativa quando novos conhecimentos conseguem estabelecer relações com conhecimentos previamente presentes na estrutura cognitiva do estudante. A utilização de programação, robótica, inteligência artificial

ou análise de dados no ensino da Matemática precisa estar associada a conceitos que sejam compreensíveis e relevantes para os estudantes. A tecnologia, nesse processo, não deve constituir finalidade em si mesma, mas instrumento para favorecer a compreensão, a investigação e a construção de significados.

A inteligência artificial amplia ainda mais as possibilidades de integração entre pensamento computacional e aprendizagem matemática. Sistemas baseados em inteligência artificial podem auxiliar na geração de situações-problema, análise de respostas, produção de feedback e adaptação de atividades. Holmes, Bialik e Fadel (2019) discutem possibilidades e implicações da inteligência artificial para os processos educacionais, enquanto Luckin et al. (2016) analisam seu potencial para apoiar diferentes dimensões da aprendizagem. No ensino da Matemática, esses recursos podem ser utilizados para apresentar diferentes caminhos de resolução, propor desafios graduados e estimular os estudantes a comparar e avaliar estratégias.

Entretanto, a utilização da inteligência artificial precisa estar vinculada ao desenvolvimento da autonomia intelectual. A obtenção automática de respostas não garante aprendizagem matemática, pois o estudante precisa compreender os procedimentos utilizados, analisar a coerência dos resultados e justificar suas conclusões. Nesse sentido, a inteligência artificial pode ser empregada como objeto de investigação: os estudantes podem comparar uma resposta produzida por um sistema com seus próprios procedimentos, identificar erros, verificar cálculos e discutir diferentes formas de solucionar uma situação. Essa abordagem transforma a ferramenta tecnológica em recurso para o desenvolvimento do pensamento crítico e não apenas em mecanismo de fornecimento de respostas.

O desenvolvimento do pensamento computacional também pode ser associado à resolução de situações presentes no cotidiano dos estudantes. Questões relacionadas ao consumo, deslocamento, orçamento, sustentabilidade, produção, estatística social e organização de informações podem ser transformadas em problemas matemáticos que exigem coleta e análise de dados. Essa aproximação possibilita atribuir significado aos conhecimentos matemáticos e favorece a percepção de que conceitos como proporcionalidade, porcentagem, estatística, geometria e funções podem ser utilizados para interpretar situações reais.

A cultura digital precisa dialogar com os diferentes contextos socioculturais dos estudantes. As contribuições de Silva e Bacury (2025; 2026) sobre a Educação Etnomatemática na Amazônia reforçam a importância do reconhecimento dos saberes tradicionais e das diferentes formas de produção do conhecimento matemático. A articulação entre pensamento computacional e Educação Matemática, portanto, não deve resultar em uma padronização das experiências de aprendizagem, mas considerar os conhecimentos, práticas e contextos nos quais os estudantes estão inseridos. Recursos digitais podem contribuir para registrar, representar e

analisar conhecimentos matemáticos presentes nas comunidades, estabelecendo relações entre cultura, território, Matemática e tecnologia.

No Ensino Médio em tempo integral, essa integração pode assumir características ainda mais amplas, considerando a disponibilidade de tempos pedagógicos diferenciados para projetos, oficinas, investigações e atividades interdisciplinares. Sousa (2026) aborda métodos de ensino de Matemática nesse contexto, permitindo relacionar práticas pedagógicas diversificadas às demandas formativas dos estudantes. Projetos que envolvam estatística, programação, modelagem, robótica e análise de dados podem ser desenvolvidos de maneira articulada, possibilitando maior tempo para investigação, experimentação, produção e socialização dos resultados.

O professor desempenha papel fundamental nesse processo, pois o desenvolvimento do pensamento computacional não ocorre automaticamente pela simples exposição dos estudantes às tecnologias. É necessária uma intencionalidade pedagógica que estabeleça relações entre os recursos utilizados, os objetivos de aprendizagem e as competências que se pretende desenvolver. Kenski (2012) evidencia que a presença das tecnologias na educação implica mudanças nas formas de ensinar, aprender e organizar o conhecimento. Dessa maneira, a formação docente precisa contemplar não apenas o domínio operacional das ferramentas, mas também sua integração aos fundamentos pedagógicos e aos conteúdos matemáticos.

A articulação entre pensamento computacional e competências matemáticas, portanto, representa uma possibilidade de reorganização do ensino diante das demandas da cultura digital. A decomposição de problemas, a abstração, o reconhecimento de padrões, a elaboração de algoritmos, a análise de dados, a programação, a robótica e a modelagem podem ser incorporados às práticas matemáticas de maneira planejada e contextualizada. Wing (2006) contribui para compreender que tais processos envolvem formas estruturadas de pensar e solucionar problemas, enquanto Valente (2019) evidencia a necessidade de situar essas competências no contexto mais amplo da formação educacional contemporânea.

O desenvolvimento do pensamento computacional não deve ser entendido como substituição do pensamento matemático, mas como possibilidade de ampliar suas formas de expressão, investigação e aplicação. A integração entre Matemática, tecnologias digitais e pensamento computacional pode favorecer estudantes capazes de analisar situações complexas, construir estratégias, testar hipóteses, interpretar dados, avaliar soluções e tomar decisões fundamentadas. Quando associada às metodologias ativas e à aprendizagem significativa, essa perspectiva contribui para uma Educação Matemática mais investigativa, interdisciplinar e conectada às necessidades formativas da sociedade contemporânea.

Tabela 4: Desenvolvimento do pensamento computacional e das competências matemáticas.

Dimensão do pensamento computacional	Relação com a Matemática	Estratégias pedagógicas	Recursos tecnológicos	Competências matemáticas desenvolvidas	Resultados esperados
Decomposição de problemas	Divisão de problemas complexos em etapas menores e organizadas	Resolução de problemas, projetos e desafios matemáticos	Plataformas digitais, aplicativos e ambientes de programação	Raciocínio lógico, organização e resolução de problemas	Maior capacidade de compreender e solucionar problemas complexos
Reconhecimento de padrões	Identificação de regularidades em sequências, figuras, funções e conjuntos de dados	Investigação matemática e exploração de regularidades	Softwares matemáticos, planilhas e simuladores	Generalização, raciocínio algébrico e análise	Desenvolvimento da capacidade de identificar relações e formular conjecturas
Abstração	Seleção das informações relevantes para representar matematicamente uma situação	Modelagem matemática e situações-problema	Softwares de modelagem, programação e simuladores	Generalização, representação e interpretação	Capacidade de representar situações complexas por modelos e estruturas matemáticas
Elaboração de algoritmos	Organização sequencial de procedimentos para solucionar problemas	Programação, resolução de problemas e construção de procedimentos	Linguagens de programação e plataformas de programação visual	Raciocínio lógico, sequenciamento e precisão	Desenvolvimento da capacidade de estruturar estratégias sistemáticas
Pensamento algorítmico	Construção de procedimentos ordenados para realizar cálculos e resolver situações matemáticas	Criação de algoritmos e desafios computacionais	Aplicativos de programação e ambientes digitais	Cálculo, lógica e organização de procedimentos	Maior clareza na elaboração e avaliação de estratégias matemáticas
Análise de dados	Organização, interpretação e representação de informações quantitativas	Projetos de estatística e investigação de dados reais	Planilhas eletrônicas, bancos de dados e ferramentas de visualização	Raciocínio estatístico, interpretação e tomada de decisão	Capacidade de interpretar informações e fundamentar decisões
Simulação	Experimentação de diferentes cenários e condições matemáticas	Investigação, modelagem e experimentação	Simuladores e softwares matemáticos	Raciocínio hipotético, análise e previsão	Compreensão de relações matemáticas por meio da experimentação
Programação	Tradução de procedimentos matemáticos em comandos e sequências lógicas	Projetos de programação e resolução de desafios	Scratch, Python e outras linguagens de programação	Lógica, álgebra, sequenciamento e resolução de problemas	Integração entre raciocínio matemático e competências computacionais
Robótica educacional	Aplicação de geometria, medidas, proporcionalidade na construção de sistemas	Projetos interdisciplinares e cultura maker	Kits de robótica, sensores e microcontroladores	Geometria, medidas, raciocínio espacial e proporcionalidade	Aplicação prática dos conceitos matemáticos em situações concretas

Modelagem matemática	Representação de fenômenos reais por meio de relações e estruturas matemáticas	Projetos investigativos e resolução de problemas reais	Softwares de modelagem, planilhas e simuladores	Raciocínio matemático, interpretação e representação	Capacidade de utilizar a Matemática para compreender situações da realidade
Pensamento lógico	Organização de informações e estabelecimento de relações entre premissas e resultados	Jogos, desafios, programação e problemas lógicos	Jogos digitais, aplicativos e plataformas interativas	Dedução, argumentação e resolução de problemas	Desenvolvimento de estratégias mais estruturadas de pensamento
Teste e depuração	Identificação e correção de erros em procedimentos matemáticos e algoritmos	Programação, investigação e revisão de estratégias	Ambientes de programação e softwares matemáticos	Verificação, precisão e análise crítica	Desenvolvimento da capacidade de revisar e aperfeiçoar soluções
Generalização	Aplicação de uma estratégia ou padrão a diferentes situações	Investigação de sequências e problemas generalizáveis	Softwares matemáticos e ambientes digitais	Pensamento algébrico e abstração	Capacidade de transferir conhecimentos para novos contextos
Visualização computacional	Representação dinâmica de objetos, relações e fenômenos matemáticos	Exploração visual e investigação	Geometria dinâmica, gráficos e animações	Percepção espacial e interpretação gráfica	Maior compreensão de relações e estruturas matemáticas
Resolução de problemas	Articulação das etapas do pensamento computacional para construir soluções	Problemas contextualizados e desafios interdisciplinares	Plataformas digitais, inteligência artificial e simuladores	Raciocínio lógico, criatividade e tomada de decisão	Desenvolvimento de estratégias autônomas e sistemáticas
Automação	Utilização de procedimentos computacionais para realizar tarefas matemáticas	Projetos de programação e criação de ferramentas	Programação, planilhas e inteligência artificial	Eficiência, generalização e pensamento algorítmico	Compreensão de como procedimentos matemáticos podem ser automatizados

Fonte: elaboração própria, com base em Bacich e Moran (2018), Papert (2008), Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017), Valente (2019) e Wing (2006).

A Tabela 4 evidencia que o desenvolvimento do pensamento computacional pode ser articulado de maneira direta às competências matemáticas, especialmente por meio de atividades que envolvem resolução de problemas, identificação de padrões, abstração, elaboração de algoritmos, análise de dados e modelagem. Wing (2006) apresenta o pensamento computacional como uma forma de organizar problemas e estruturar soluções, perspectiva que estabelece aproximações significativas com os processos próprios do raciocínio matemático. Dessa maneira, trabalhar essas habilidades no ensino da Matemática pode contribuir para que os estudantes desenvolvam estratégias sistemáticas para interpretar situações, estabelecer relações e construir soluções.

A decomposição constitui uma das dimensões fundamentais dessa articulação. Ao dividir um problema complexo em partes menores, o estudante pode identificar quais

informações são relevantes, quais operações precisam ser realizadas e quais relações devem ser estabelecidas. Essa estratégia favorece a organização do raciocínio e pode ser aplicada a diferentes conteúdos matemáticos, desde problemas aritméticos até situações envolvendo álgebra, geometria, estatística e modelagem. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) destacam a relevância do pensamento computacional no contexto educacional justamente por envolver processos relacionados à análise e resolução estruturada de problemas.

O reconhecimento de padrões também estabelece uma relação estreita entre pensamento computacional e pensamento matemático. Sequências numéricas, regularidades geométricas, relações funcionais e conjuntos de dados oferecem oportunidades para que os estudantes identifiquem estruturas recorrentes, formulem conjecturas e desenvolvam generalizações. O uso de softwares matemáticos e recursos de visualização pode ampliar essas experiências ao permitir a manipulação de variáveis e a observação de mudanças em tempo real. Borba, Silva e Gadanidis (2018) evidenciam que as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de experimentação e representação no ensino da Matemática.

A abstração, por sua vez, permite selecionar informações essenciais e construir representações simplificadas de situações complexas. Essa competência pode ser desenvolvida por meio da modelagem matemática, na qual situações da realidade são representadas mediante relações, estruturas e procedimentos matemáticos. Ao construir modelos, os estudantes precisam decidir quais informações são relevantes, estabelecer relações entre variáveis e avaliar se o modelo produzido representa adequadamente o fenômeno investigado.

A elaboração de algoritmos constitui outro elemento central dessa integração. Um algoritmo pode ser compreendido como uma sequência organizada de instruções destinada à realização de determinada tarefa ou à resolução de um problema. No ensino da Matemática, a elaboração de algoritmos pode envolver procedimentos de cálculo, estratégias de resolução, construção de sequências lógicas e programação. Valente (2019) relaciona o pensamento computacional aos desafios educacionais contemporâneos e destaca a importância de compreender diferentes formas de utilização dos processos computacionais na educação.

A programação torna essa relação ainda mais evidente, pois exige que o estudante transforme uma estratégia de resolução em uma sequência precisa de comandos. Costa e Pereira (2019) demonstram possibilidades do ensino de programação na educação básica para o desenvolvimento do pensamento computacional. Quando aplicada a problemas matemáticos, a programação pode contribuir para que os estudantes compreendam a necessidade de organizar procedimentos, testar soluções e corrigir erros, estabelecendo uma relação entre pensamento matemático, lógica e linguagem computacional.

A robótica educacional amplia essa experiência ao inserir os conceitos matemáticos em situações concretas. Medidas, ângulos, distâncias, proporções, coordenadas e relações

espaciais podem ser explorados durante a construção e programação de dispositivos. Papert (2008) apresenta uma concepção de aprendizagem relacionada à construção e à experimentação, perspectiva que encontra possibilidades de aplicação em ambientes nos quais os estudantes planejam, constroem, testam e reformulam suas produções.

A análise de dados representa outra dimensão importante. Em uma sociedade marcada pela circulação crescente de informações quantitativas, compreender tabelas, gráficos, indicadores e padrões estatísticos tornou-se uma competência fundamental. Planilhas eletrônicas, ferramentas de visualização e ambientes digitais podem permitir que os estudantes coletem, organizem e interpretem dados relacionados a situações reais. As contribuições de Silva e Bacury (2025; 2026) destacam que esse processo favorece o desenvolvimento simultâneo do raciocínio matemático, da competência digital e da capacidade de tomar decisões fundamentadas.

A aprendizagem baseada em projetos pode integrar todas essas dimensões em experiências mais amplas. Os estudantes podem investigar um problema real, decompor a situação, coletar dados, identificar padrões, construir modelos, elaborar algoritmos, utilizar ferramentas digitais e apresentar uma solução. Bacich e Moran (2018) destacam a contribuição das metodologias ativas para o desenvolvimento de experiências nas quais o estudante assume maior participação no processo de aprendizagem. Assim, o pensamento computacional deixa de ser trabalhado como conteúdo isolado e passa a integrar situações concretas de aprendizagem matemática.

A aprendizagem significativa também precisa orientar esse processo. Ausubel (2003) destaca que novos conhecimentos são mais bem incorporados quando podem relacionar-se aos conhecimentos previamente construídos pelo estudante. Portanto, atividades de programação, robótica ou análise de dados devem ser articuladas a conceitos matemáticos que façam sentido para os estudantes, possibilitando que os procedimentos computacionais sejam compreendidos como ferramentas para investigar e resolver problemas, e não apenas como tarefas técnicas.

O desenvolvimento do pensamento computacional não significa transformar todos os estudantes em programadores, mas ampliar sua capacidade de pensar de maneira estruturada, decompor problemas, reconhecer padrões, abstrair informações, elaborar procedimentos, testar soluções e analisar resultados. Valente (2019) contribui para essa discussão ao problematizar as diferentes concepções relacionadas ao pensamento computacional, ao letramento computacional e à competência digital, evidenciando a necessidade de compreender essas dimensões de maneira articulada às finalidades educacionais.

A integração entre pensamento computacional e competências matemáticas pode contribuir para uma educação orientada à resolução de problemas, à investigação, à criatividade e à autonomia intelectual. Quando associada às tecnologias digitais, à programação, à robótica,

à análise de dados e às metodologias ativas, essa integração amplia as oportunidades para que os estudantes compreendam a Matemática como uma linguagem capaz de representar, interpretar e solucionar situações complexas. O desenvolvimento dessas competências torna-se, assim, parte importante da formação matemática na era digital, especialmente diante das demandas de uma sociedade na qual conhecimentos matemáticos e computacionais estão cada vez mais interligados.

2.5. FORMAÇÃO DOCENTE E INOVAÇÃO PEDAGÓGICA NA MATEMÁTICA DIGITAL

A formação docente constitui um dos elementos fundamentais para a consolidação de práticas inovadoras no ensino da Matemática em uma sociedade marcada pela expansão das tecnologias digitais. A presença de plataformas educacionais, softwares matemáticos, ambientes virtuais, aplicativos, recursos de inteligência artificial e ferramentas interativas modifica as possibilidades de organização das experiências de aprendizagem e exige do professor novas competências profissionais. Nesse cenário, a formação docente não pode restringir-se ao domínio operacional dos recursos tecnológicos, pois, conforme Kenski (2012), a incorporação das tecnologias aos processos educacionais implica transformações nas formas de ensinar, aprender, comunicar e produzir conhecimentos. Assim, o professor de Matemática precisa compreender as características dos diferentes recursos digitais e, sobretudo, analisar como podem ser integrados aos objetivos curriculares e às necessidades concretas dos estudantes.

A inovação pedagógica, nesse contexto, está relacionada à capacidade de reorganizar as práticas educativas de maneira intencional, articulando conhecimentos matemáticos, recursos tecnológicos e estratégias metodológicas que favoreçam a participação dos estudantes. Borba, Silva e Gadanidis (2018) demonstram que as tecnologias digitais vêm modificando progressivamente os modos de explorar, representar e produzir conhecimentos matemáticos, possibilitando experiências que ultrapassam os limites da exposição tradicional do conteúdo. Softwares de geometria dinâmica, calculadoras gráficas, simuladores, plataformas de exercícios, ambientes de programação e ferramentas de visualização de dados permitem que conceitos abstratos sejam explorados por meio de diferentes representações. Para que essa potencialidade seja efetivamente aproveitada, entretanto, torna-se indispensável que o professor desenvolva capacidade de seleção, planejamento, mediação e avaliação das tecnologias utilizadas.

A formação continuada assume, portanto, papel estratégico na preparação do professor para lidar com as transformações provocadas pela cultura digital. O desenvolvimento profissional precisa contemplar conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e específicos da

Matemática, possibilitando ao docente relacionar os recursos digitais aos conteúdos, às competências e aos objetivos de aprendizagem. A formação deve favorecer processos de reflexão sobre a prática, experimentação de novas metodologias e análise dos resultados obtidos em diferentes contextos escolares. Não se trata apenas de ensinar o professor a utilizar determinada plataforma ou aplicativo, mas de promover condições para que ele compreenda quando, por que e de que maneira determinado recurso pode contribuir para a aprendizagem matemática.

A perspectiva da aprendizagem significativa reforça a necessidade de que as tecnologias sejam utilizadas de forma articulada aos conhecimentos que os estudantes já possuem. Ausubel (2003) destaca que a aprendizagem ocorre de maneira mais consistente quando novos conhecimentos podem estabelecer relações relevantes com estruturas cognitivas previamente construídas. Na Matemática digital, esse princípio implica planejar atividades que permitam aos estudantes relacionar conceitos matemáticos com situações conhecidas, problemas cotidianos e experiências concretas. Um simulador, por exemplo, não produz aprendizagem significativa simplesmente por apresentar uma representação visual; sua contribuição depende da mediação docente, das questões propostas, dos conhecimentos prévios mobilizados e das oportunidades oferecidas para interpretar, formular hipóteses e construir explicações.

As metodologias ativas ampliam essas possibilidades ao favorecerem maior protagonismo dos estudantes no processo educativo. Bacich e Moran (2018) destacam estratégias como aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas, investigação e colaboração como possibilidades de reorganização das experiências pedagógicas. Quando associadas às tecnologias digitais, essas metodologias permitem que os estudantes pesquisem, formulem hipóteses, construam modelos, testem soluções, analisem dados e comuniquem seus resultados. No ensino da Matemática, essa abordagem pode transformar a sala de aula em espaço de investigação, no qual o professor deixa de ocupar exclusivamente a posição de transmissor de procedimentos e passa a atuar como mediador, orientador e organizador das situações de aprendizagem.

A inovação pedagógica também envolve a capacidade de utilizar a inteligência artificial de maneira crítica e pedagogicamente fundamentada. Sistemas inteligentes podem auxiliar na elaboração de atividades, produção de diferentes níveis de exercícios, geração de feedbacks e identificação de padrões de desempenho, contribuindo para processos de acompanhamento mais individualizados. Holmes, Bialik e Fadel (2019) apontam possibilidades e implicações da inteligência artificial para os processos educacionais, evidenciando que sua utilização precisa estar vinculada às finalidades pedagógicas e às responsabilidades dos profissionais da educação. Luckin et al. (2016) também ressaltam o potencial desses sistemas

para apoiar diferentes dimensões do processo educativo, mas sua implementação exige professores capazes de interpretar informações, verificar respostas, identificar limitações e tomar decisões pedagógicas fundamentadas.

A inteligência artificial não deve ser compreendida como substituta da ação docente, mas como recurso que pode ampliar determinadas possibilidades de planejamento, acompanhamento e intervenção. O professor continua responsável pela definição dos objetivos de aprendizagem, pela seleção dos conteúdos, pela organização das atividades, pela mediação das interações e pela avaliação do desenvolvimento dos estudantes. A utilização de sistemas inteligentes exige, portanto, competências relacionadas à curadoria digital, à análise crítica das informações e à compreensão dos limites dos resultados produzidos por ferramentas automatizadas. Essa perspectiva contribui para uma integração mais responsável da inteligência artificial ao ensino da Matemática.

Wing (2006) apresenta o pensamento computacional como uma forma de organizar estratégias para a resolução de problemas, envolvendo processos relacionados à abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e elaboração de procedimentos. No campo educacional, essas habilidades podem ser articuladas aos conhecimentos matemáticos por meio de atividades de programação, modelagem, análise de dados, robótica e resolução estruturada de problemas. Valente (2019), ao discutir as relações entre pensamento computacional, letramento computacional e competência digital, evidencia a necessidade de ampliar a compreensão sobre as competências exigidas pela sociedade contemporânea, o que repercute diretamente na formação dos professores.

A programação pode constituir uma importante estratégia de aproximação entre Matemática e pensamento computacional. Atividades que envolvem elaboração de algoritmos, sequenciamento de instruções, identificação de padrões e construção de soluções favorecem o desenvolvimento do raciocínio lógico e possibilitam que os estudantes percebam relações entre procedimentos matemáticos e processos computacionais. Costa e Pereira (2019), ao abordarem o ensino de programação na Educação Básica, evidenciam a relevância de experiências que aproximem os estudantes dos princípios do pensamento computacional. Para o professor, isso significa ampliar sua compreensão sobre possibilidades interdisciplinares e desenvolver capacidade de planejar situações nas quais conceitos matemáticos possam ser explorados por meio da programação e da resolução de problemas.

A formação docente precisa contemplar também a dimensão inclusiva e a equidade no acesso às tecnologias. A utilização de recursos digitais pode ampliar as possibilidades de participação de estudantes com diferentes ritmos, estilos e necessidades de aprendizagem, desde que as ferramentas sejam selecionadas e adaptadas de maneira adequada. A inovação pedagógica, portanto, não pode ser confundida com a simples introdução de equipamentos

sofisticados no ambiente escolar. É necessário considerar as condições materiais das instituições, a disponibilidade de conectividade, as características dos estudantes e a possibilidade de utilização de recursos acessíveis. Os aportes de Silva e Bacury (2025; 2026) projetam que professor exerce papel fundamental na construção de estratégias que evitem que as desigualdades de acesso às tecnologias sejam convertidas em desigualdades de oportunidades educacionais.

A contextualização cultural também constitui uma dimensão relevante da inovação no ensino da Matemática. Os recursos digitais podem ser utilizados para explorar situações relacionadas ao território, à cultura, ao cotidiano e aos conhecimentos produzidos pelas diferentes comunidades. Estudos voltados à Educação Etnomatemática na Amazônia, como o trabalho de Silva e Bacury (2025), demonstram a importância de reconhecer saberes tradicionais e experiências socioculturais na formação matemática. Essa perspectiva permite compreender que a inovação pedagógica não significa abandonar os conhecimentos produzidos historicamente, mas criar novas possibilidades para colocá-los em diálogo com conhecimentos científicos, tecnologias digitais e diferentes formas de representação matemática.

A perspectiva construcionista de Papert (2008) também oferece contribuições importantes para a compreensão da inovação pedagógica mediada pelas tecnologias. Ao valorizar a construção de objetos, modelos e produções pelos próprios estudantes, essa abordagem aproxima aprendizagem, experimentação e criação. No ensino da Matemática, projetos envolvendo programação, robótica, modelagem e construção de protótipos podem proporcionar situações nas quais os estudantes utilizem conceitos matemáticos para solucionar problemas concretos. O professor, nesse cenário, precisa criar ambientes que favoreçam a investigação, permitindo que os estudantes testem hipóteses, identifiquem erros, reformulem estratégias e desenvolvam soluções.

A formação docente para a Matemática digital deve, ainda, incorporar práticas de avaliação formativa. O uso de plataformas digitais pode produzir informações sobre o desempenho dos estudantes, permitindo identificar dificuldades recorrentes, acompanhar progressos e reorganizar intervenções pedagógicas. Entretanto, os dados produzidos pelas tecnologias precisam ser interpretados à luz do contexto educacional e das características individuais dos estudantes. A decisão pedagógica não pode ser delegada exclusivamente aos sistemas automatizados. Cabe ao professor analisar as evidências disponíveis, confrontá-las com suas observações e utilizar essas informações para planejar intervenções que favoreçam a aprendizagem.

A inovação pedagógica tende a adquirir maior consistência quando deixa de constituir uma iniciativa individual e passa a integrar processos coletivos de planejamento, experimentação e reflexão. Grupos de estudo, comunidades de aprendizagem, projetos

interdisciplinares e espaços de compartilhamento de experiências podem contribuir para que os professores analisem conjuntamente os desafios encontrados na integração das tecnologias digitais. A colaboração favorece a construção de conhecimentos profissionais e permite que experiências desenvolvidas em diferentes turmas sejam avaliadas, aperfeiçoadas e adaptadas a outros contextos.

A formação docente precisa ser compreendida como processo permanente de aprendizagem profissional. As transformações tecnológicas ocorrem de maneira contínua, tornando insuficiente uma formação pontual centrada em determinada ferramenta. É necessário desenvolver uma postura investigativa que permita ao professor aprender continuamente, avaliar novas possibilidades tecnológicas e decidir quais recursos apresentam efetiva contribuição pedagógica. A competência digital docente, portanto, envolve não apenas saber utilizar tecnologias, mas compreender seus impactos, limitações, possibilidades e implicações éticas.

A Matemática digital demanda, consequentemente, uma concepção de inovação pedagógica centrada na intencionalidade educativa. O recurso tecnológico somente adquire significado pedagógico quando integrado a uma proposta que considere os conhecimentos prévios dos estudantes, os objetivos curriculares, as estratégias metodológicas, os processos avaliativos e as condições concretas de aprendizagem. A tecnologia pode ampliar a visualização de conceitos, favorecer a experimentação, apoiar a personalização, estimular a colaboração e possibilitar novas formas de produção matemática, mas essas potencialidades dependem da mediação docente e do planejamento pedagógico.

A formação docente constitui uma condição fundamental para que as tecnologias digitais sejam incorporadas ao ensino da Matemática de maneira crítica, inclusiva e pedagogicamente fundamentada. A articulação entre aprendizagem significativa, metodologias ativas, inteligência artificial, pensamento computacional e recursos digitais amplia o repertório profissional do professor e possibilita a construção de experiências educativas mais investigativas. A inovação, nesse cenário, não se resume à presença da tecnologia na escola, mas manifesta-se na capacidade de reorganizar práticas, criar situações de aprendizagem e promover maior participação dos estudantes na construção do conhecimento.

A formação do professor de Matemática para a era digital precisa articular domínio do conhecimento matemático, competência pedagógica, cultura digital, pensamento computacional, capacidade investigativa e compromisso com a inclusão e a equidade. A contribuição de Borba, Silva e Gadanidis (2018), associada às discussões de Kenski (2012), Bacich e Moran (2018), Valente (2019) e Wing (2006), permite compreender que as tecnologias modificam não apenas os instrumentos utilizados em sala de aula, mas também as formas de interação com o conhecimento. Nesse sentido, preparar o professor para a

Matemática digital significa fortalecer sua capacidade de mediar aprendizagens, selecionar recursos com intencionalidade, avaliar criticamente as tecnologias e construir práticas pedagógicas alinhadas às demandas formativas da sociedade contemporânea.

Tabela 5: Formação docente e inovação pedagógica na Matemática digital.

Dimensão da formação docente	Prática de inovação pedagógica	Aplicação no ensino da Matemática	Tecnologias e recursos digitais	Competências docentes desenvolvidas	Contribuições para a aprendizagem
Formação continuada	Atualização permanente sobre tecnologias e metodologias de ensino	Integração de novas estratégias ao planejamento matemático	Cursos on-line, ambientes virtuais e comunidades de aprendizagem	Aprendizagem profissional e competência digital	Ampliação da qualidade e diversidade das práticas pedagógicas
Competência digital docente	Uso crítico e pedagógico das tecnologias	Seleção de ferramentas conforme objetivos de aprendizagem	Plataformas educacionais, softwares e aplicativos matemáticos	Curadoria digital e domínio tecnológico	Uso intencional dos recursos tecnológicos
Planejamento pedagógico	Integração entre objetivos, conteúdos, metodologias e tecnologias	Elaboração de sequências didáticas digitais	Ambientes virtuais, recursos multimídia e plataformas interativas	Planejamento, organização e tomada de decisão	Maior coerência entre tecnologia e aprendizagem
Mediação pedagógica	Professor como orientador e mediador do conhecimento	Acompanhamento das investigações e resolução de problemas	Fóruns, plataformas colaborativas e ambientes digitais	Mediação, comunicação e acompanhamento	Maior autonomia e participação dos estudantes
Aprendizagem significativa	Relação entre conhecimentos prévios e novos conceitos	Contextualização dos conteúdos matemáticos	Simuladores, vídeos, jogos e softwares matemáticos	Diagnóstico e contextualização	Construção de significados e compreensão conceitual
Metodologias ativas	Estudante como protagonista do processo educativo	Projetos, investigação e resolução de problemas matemáticos	Plataformas colaborativas e ferramentas interativas	Gestão de metodologias participativas	Protagonismo, autonomia e colaboração
Personalização da aprendizagem	Adequação das atividades às necessidades dos estudantes	Diferenciação de exercícios e níveis de complexidade	Sistemas adaptativos e inteligência artificial	Avaliação diagnóstica e intervenção pedagógica	Atendimento à diversidade dos ritmos de aprendizagem
Inteligência artificial na educação	Uso crítico e responsável de sistemas inteligentes	Geração de problemas, feedback e apoio à investigação matemática	Ferramentas de inteligência artificial	Curadoria, análise crítica e ética digital	Ampliação das possibilidades de acompanhamento e aprendizagem
Avaliação formativa	Acompanhamento contínuo do processo de aprendizagem	Identificação de dificuldades e reorganização das estratégias	Questionários digitais, plataformas e ferramentas analíticas	Monitoramento e tomada de decisão	Intervenções pedagógicas mais precisas
Inclusão e acessibilidade	Adaptação de recursos e atividades às diferentes necessidades	Diversificação das formas de apresentação e resolução	Recursos assistivos, leitores digitais e interfaces acessíveis	Educação inclusiva e diferenciação pedagógica	Ampliação da participação e das oportunidades de aprendizagem

Equidade digital	Redução das barreiras de acesso aos recursos tecnológicos	Seleção de ferramentas acessíveis e alternativas de baixo custo	Recursos off-line, dispositivos móveis e materiais digitais	Gestão de recursos e planejamento inclusivo	Maior democratização do acesso ao conhecimento
Pensamento computacional	Integração de processos computacionais às práticas matemáticas	Algoritmos, programação, padrões e decomposição de problemas	Scratch, Python, robótica e simuladores	Raciocínio lógico e pensamento algorítmico	Desenvolvimento do raciocínio e da resolução de problemas
Cultura maker	Aprendizagem baseada na criação e experimentação	Construção de modelos e protótipos matemáticos	Kits de robótica, sensores e materiais reutilizáveis	Criatividade, experimentação e inovação	Aprendizagem prática e interdisciplinar
Colaboração docente	Planejamento e reflexão coletiva entre professores	Desenvolvimento conjunto de projetos matemáticos digitais	Plataformas colaborativas e ambientes virtuais	Trabalho em equipe e compartilhamento de práticas	Fortalecimento da inovação pedagógica
Pesquisa e reflexão sobre a prática	Investigação dos resultados das estratégias utilizadas	Análise de experiências e desempenho dos estudantes	Portfólios digitais, registros e ferramentas de análise	Professor-pesquisador e reflexão crítica	Aperfeiçoamento contínuo das práticas
Educação matemática contextualizada	Relação entre Matemática, cultura e realidade	Problemas vinculados ao cotidiano e ao contexto sociocultural	Recursos digitais, mapas, bancos de dados e multimídia	Contextualização e interdisciplinaridade	Maior significado e relevância dos conteúdos
Ética e cidadania digital	Uso consciente, seguro e responsável da tecnologia	Discussão sobre autoria, dados, algoritmos e inteligência artificial	Plataformas digitais e ferramentas de inteligência artificial	Responsabilidade digital e pensamento crítico	Formação integral para a sociedade digital
Inovação pedagógica	Experimentação de novas formas de ensinar	Projetos interdisciplinares e práticas investigativas	Tecnologias digitais, inteligência artificial e ambientes imersivos	Criatividade e capacidade de inovação	Diversificação das experiências de aprendizagem
Desenvolvimento profissional reflexivo	Avaliação das próprias práticas e reorganização do ensino	Análise dos resultados das atividades matemáticas digitais	Portfólios, registros e ambientes de formação	Autonomia profissional e reflexão crítica	Melhoria contínua do ensino e da aprendizagem

Fonte: elaboração própria, com base em Luckin et al. (2016), Papert (2008), Valente (2019) e Wing (2006).

A Tabela 5 evidencia que a inovação pedagógica na Matemática digital não depende exclusivamente da disponibilidade de equipamentos ou plataformas, mas principalmente da capacidade docente de integrar tecnologias, metodologias e objetivos de aprendizagem. A formação continuada assume posição estratégica, pois permite ao professor compreender não apenas o funcionamento técnico das ferramentas, mas também suas possibilidades de utilização em situações pedagógicas concretas. Kenski (2012) ressalta que a incorporação das tecnologias

à educação produz transformações nas formas de ensinar, aprender e organizar o conhecimento, exigindo novas competências profissionais.

A formação docente precisa, portanto, ultrapassar o domínio instrumental das tecnologias. É necessário desenvolver competências relacionadas à curadoria de recursos digitais, planejamento de atividades, avaliação da aprendizagem, mediação pedagógica e análise crítica das informações. Borba, Silva e Gadanidis (2018) demonstram que as tecnologias digitais modificam as formas de produção e exploração dos conhecimentos matemáticos, o que implica repensar as práticas docentes e as formas de interação dos estudantes com os conceitos matemáticos.

> A formação docente para a Matemática na era digital constitui um processo permanente de construção, atualização e reflexão profissional, no qual o professor desenvolve competências para integrar tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e pensamento computacional ao planejamento pedagógico, utilizando esses recursos de maneira crítica, ética e intencional para promover aprendizagens significativas, fortalecer a autonomia dos estudantes, atender à diversidade dos contextos educacionais e transformar os desafios tecnológicos contemporâneos em possibilidades concretas de inovação, inclusão e desenvolvimento das competências matemáticas necessárias à formação integral no século XXI (Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa, 2026, grifo próprio).

O professor atua como mediador entre o estudante, o conhecimento matemático e os recursos tecnológicos. A tecnologia não substitui a ação pedagógica docente, mas pode ampliar suas possibilidades de intervenção. Ao utilizar plataformas digitais, softwares matemáticos, simuladores ou sistemas de inteligência artificial, o professor precisa definir objetivos, selecionar recursos adequados, acompanhar os processos de aprendizagem e interpretar as respostas produzidas pelos estudantes. Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam que a inteligência artificial apresenta possibilidades relevantes para a educação, mas sua utilização precisa estar relacionada a finalidades pedagógicas e às responsabilidades próprias do processo educativo.

A aprendizagem significativa também constitui fundamento para a inovação pedagógica. Ausubel (2003) destaca a importância dos conhecimentos prévios na construção de novas aprendizagens. Assim, a utilização de recursos digitais deve considerar aquilo que os estudantes já sabem, suas experiências e suas dificuldades, estabelecendo conexões entre os conhecimentos prévios e os novos conceitos matemáticos. Dessa forma, a inovação deixa de significar apenas a introdução de ferramentas tecnológicas e passa a representar uma reorganização intencional das experiências de aprendizagem.

A formação docente também precisa contemplar as metodologias ativas. Bacich e Moran (2018) evidenciam a importância de estratégias que favoreçam maior participação dos estudantes, como projetos, resolução de problemas, investigação e aprendizagem colaborativa. Na Matemática digital, essas metodologias podem ser articuladas a softwares, plataformas,

recursos de programação, ambientes virtuais e ferramentas de inteligência artificial, criando situações nas quais os estudantes investigam, produzem, testam e compartilham soluções.

A inovação pedagógica precisa considerar que os estudantes possuem diferentes condições de acesso às tecnologias, diferentes ritmos de aprendizagem e distintas necessidades educacionais. Por isso, o planejamento docente deve prever alternativas acessíveis e estratégias diferenciadas. A tecnologia pode favorecer a inclusão quando permite múltiplas formas de representação, interação e expressão do conhecimento, mas também pode ampliar desigualdades quando sua utilização pressupõe recursos que não estão disponíveis para todos.

A formação docente para a Matemática digital deve ainda incorporar o desenvolvimento do pensamento computacional. Valente (2019) destaca os desafios educacionais relacionados às competências computacionais e digitais, enquanto Wing (2006) enfatiza processos como abstração, decomposição e construção de estratégias para solucionar problemas. Dessa maneira, professores de Matemática precisam compreender como esses processos podem ser incorporados às atividades curriculares sem descaracterizar os objetivos específicos da Educação Matemática.

A perspectiva construcionista de Papert (2008) também contribui para essa discussão ao valorizar situações nas quais o estudante aprende por meio da criação e da construção. Projetos envolvendo programação, robótica, modelagem e cultura maker podem proporcionar experiências nas quais os conceitos matemáticos são aplicados de maneira prática. Nesses contextos, o professor precisa assumir uma postura de orientador da investigação, criando condições para que os estudantes testem hipóteses, analisem resultados e aperfeiçoem suas produções.

A inteligência artificial acrescenta novas demandas à formação profissional docente. Luckin et al. (2016) discutem o potencial da inteligência artificial para apoiar processos educacionais, mas sua utilização requer capacidade de análise, curadoria e tomada de decisões. No ensino da Matemática, o professor precisa ser capaz de avaliar respostas produzidas por sistemas inteligentes, identificar possíveis erros, verificar a adequação das atividades e orientar os estudantes quanto ao uso ético e responsável dessas ferramentas.

A formação docente constitui um dos principais elementos para que a Matemática digital seja efetivamente integrada ao cotidiano escolar. Mais do que aprender a utilizar ferramentas, o professor precisa desenvolver uma postura investigativa e reflexiva sobre sua própria prática. A inovação pedagógica ocorre quando a tecnologia é articulada a fundamentos educacionais, necessidades dos estudantes, conteúdos matemáticos e objetivos formativos.

A Matemática digital requer um professor preparado para planejar, mediar, avaliar, adaptar e inovar. A formação continuada, a colaboração entre docentes, a reflexão sobre a prática e o desenvolvimento da competência digital tornam-se elementos essenciais para

consolidar experiências de aprendizagem mais participativas e significativas. A inovação, portanto, não está na tecnologia isoladamente, mas na capacidade de utilizá-la pedagogicamente para ampliar as oportunidades de aprendizagem, promover inclusão e desenvolver competências necessárias à formação dos estudantes no século XXI.

2.6. PLANNER: FORMAÇÃO DOCENTE NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A formação docente constitui um elemento essencial para a consolidação de uma Educação Matemática integrada às demandas da cultura digital, uma vez que a expansão das tecnologias educacionais, da inteligência artificial, dos ambientes virtuais e das metodologias inovadoras exige professores preparados para ressignificar suas práticas pedagógicas. Nesse cenário, o educador deixa de atuar exclusivamente como transmissor de conteúdos e passa a assumir funções relacionadas à mediação, investigação, planejamento e criação de experiências de aprendizagem. Conforme Kenski (2012), a incorporação das tecnologias aos processos educacionais produz mudanças nas formas de ensinar, aprender e organizar o conhecimento, tornando necessária uma formação profissional capaz de acompanhar as transformações tecnológicas e pedagógicas. O professor de Matemática precisa desenvolver competências que possibilitem selecionar, avaliar e integrar recursos digitais aos objetivos curriculares, considerando as características dos estudantes e as especificidades dos conhecimentos matemáticos.

O conceito de Planner, nesse contexto, pode ser compreendido como uma perspectiva de organização sistemática do planejamento docente, articulando diagnóstico, objetivos, estratégias metodológicas, recursos tecnológicos, acompanhamento e avaliação da aprendizagem. Essa organização contribui para que a tecnologia seja utilizada de maneira intencional e não apenas como elemento complementar à aula. Borba, Silva e Gadanidis (2018) evidenciam que as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de exploração dos conceitos matemáticos, permitindo diferentes formas de representação, experimentação e investigação. Assim, o planejamento docente precisa considerar não somente qual tecnologia será utilizada, mas também qual problema será investigado, quais competências serão desenvolvidas, quais conhecimentos prévios serão mobilizados e de que maneira os estudantes serão acompanhados durante o processo.

A inovação pedagógica na Matemática digital envolve a construção de ambientes de aprendizagem mais interativos, colaborativos, investigativos e inclusivos, nos quais os estudantes possam explorar conceitos, formular hipóteses, testar possibilidades, resolver problemas e desenvolver autonomia intelectual. Nesse sentido, Bacich e Moran (2018) destacam a importância das metodologias ativas para a reorganização das práticas educacionais, colocando o estudante em posição mais participativa na construção do conhecimento. Quando

articuladas aos recursos digitais, estratégias como aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas, investigação matemática, aprendizagem colaborativa e sala de aula invertida podem favorecer experiências nas quais os estudantes deixam de apenas receber informações e passam a produzir, interpretar e comunicar conhecimentos matemáticos.

O planejamento docente também precisa estar fundamentado na compreensão de como os estudantes constroem conhecimentos. A perspectiva da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) evidencia a importância da relação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos. Na Matemática digital, essa concepção implica desenvolver atividades nas quais os recursos tecnológicos estejam vinculados a situações que permitam aos estudantes estabelecer relações entre conceitos matemáticos, experiências cotidianas e novos problemas. Um software, uma plataforma ou uma ferramenta de inteligência artificial não produz, isoladamente, aprendizagem significativa; sua contribuição depende da intencionalidade pedagógica, da qualidade das atividades propostas e da mediação realizada pelo professor.

O Planner pode organizar o percurso pedagógico em diferentes etapas, iniciando pelo diagnóstico das aprendizagens e das necessidades dos estudantes, seguido pela definição dos objetivos, seleção dos conteúdos, escolha das metodologias, identificação dos recursos digitais e estabelecimento de estratégias de avaliação. Essa estrutura permite que o professor acompanhe o desenvolvimento individual e coletivo dos estudantes e realize ajustes durante o percurso. A avaliação deixa, assim, de ocorrer somente ao final da atividade e passa a constituir um processo contínuo de coleta, interpretação e utilização de evidências para orientar novas intervenções pedagógicas.

A ampliação das competências digitais docentes constitui outro aspecto indispensável. O professor precisa compreender as possibilidades e limitações de plataformas educacionais, softwares matemáticos, ambientes virtuais, simuladores, recursos multimídia, programação, robótica, ferramentas de análise de dados e sistemas de inteligência artificial. Entretanto, a competência digital não se reduz ao domínio operacional desses recursos. Valente (2019) destaca a necessidade de compreender as competências digitais e computacionais como dimensões relevantes da formação contemporânea, o que implica preparar o professor para utilizar as tecnologias de maneira crítica, criativa e pedagogicamente fundamentada.

A inteligência artificial acrescenta novas possibilidades ao planejamento da aprendizagem matemática, especialmente no acompanhamento individualizado dos estudantes. Sistemas inteligentes podem auxiliar na identificação de padrões de desempenho, elaboração de atividades diferenciadas e produção de feedbacks, mas esses recursos precisam ser analisados criticamente pelo professor. Holmes, Bialik e Fadel (2019) discutem as possibilidades da inteligência artificial na educação, ressaltando que sua utilização envolve implicações pedagógicas e sociais que precisam ser consideradas. Dessa maneira, o Planner deve prever não

apenas a utilização de ferramentas inteligentes, mas também critérios para verificar a qualidade das respostas, a adequação dos conteúdos e a pertinência pedagógica das recomendações produzidas pelos sistemas.

A personalização da aprendizagem constitui uma das possibilidades proporcionadas pela articulação entre planejamento docente e tecnologias digitais. Luckin et al. (2016) discutem o potencial da inteligência artificial para apoiar processos educacionais mais ajustados às necessidades dos estudantes. No ensino da Matemática, isso pode significar a organização de atividades com diferentes níveis de complexidade, propostas de recuperação, desafios adicionais e feedbacks diferenciados. Contudo, a personalização não deve conduzir à fragmentação do ensino ou ao isolamento dos estudantes, sendo necessário equilibrar atividades individuais com experiências colaborativas, discussões coletivas e situações de investigação matemática.

O desenvolvimento do pensamento computacional também pode integrar o planejamento do professor de Matemática. A decomposição de problemas, o reconhecimento de padrões, a abstração, a elaboração de algoritmos e a construção de estratégias de resolução constituem processos que podem dialogar diretamente com diferentes conteúdos matemáticos. Wing (2006) destaca o pensamento computacional como uma forma de organizar estratégias para solucionar problemas, enquanto Valente (2019) discute os desafios de sua incorporação aos processos educacionais. Atividades envolvendo programação, robótica, modelagem, análise de dados e construção de algoritmos podem ser incorporadas ao Planner como estratégias para ampliar o raciocínio lógico e a capacidade de resolução de problemas.

A perspectiva construcionista de Papert (2008) reforça a importância de proporcionar aos estudantes situações nas quais possam criar, experimentar e construir objetos ou soluções. Na Matemática digital, essa concepção pode materializar-se em projetos envolvendo programação, robótica educacional, modelagem matemática, produção de jogos e construção de protótipos. O professor, nesse cenário, atua como organizador de situações de aprendizagem nas quais o erro pode ser utilizado como elemento investigativo, permitindo que os estudantes testem hipóteses, analisem resultados, reformulem estratégias e desenvolvam soluções progressivamente mais elaboradas.

A formação docente também precisa contemplar as dimensões ética, social e inclusiva da cultura digital. A utilização de ferramentas tecnológicas e sistemas de inteligência artificial exige atenção à privacidade, à segurança das informações, à acessibilidade, à equidade e às condições concretas de acesso dos estudantes. O planejamento pedagógico precisa considerar que nem todos possuem as mesmas condições de conectividade ou os mesmos recursos tecnológicos disponíveis fora da escola. Dessa maneira, uma Matemática digital comprometida

com a equidade deve prever alternativas de acesso, recursos de baixo custo, atividades off-line quando necessárias e diferentes formas de participação.

A contextualização sociocultural também pode integrar o planejamento da Matemática digital. Recursos tecnológicos podem favorecer a exploração de situações relacionadas ao território, às práticas culturais, aos conhecimentos comunitários e às diferentes formas de produção matemática. Contribuições relacionadas à Educação Etnomatemática na Amazônia, como as apresentadas por Silva e Bacury (2025), ampliam a compreensão de que o ensino da Matemática pode dialogar com os saberes tradicionais e com diferentes experiências socioculturais. A inovação, portanto, não significa substituir conhecimentos tradicionais por tecnologias, mas utilizar os recursos digitais para estabelecer diálogos entre conhecimentos científicos, escolares, culturais e comunitários.

A formação continuada representa, nesse cenário, uma condição indispensável para a consolidação de práticas inovadoras. O professor necessita de oportunidades permanentes para experimentar recursos, discutir experiências, analisar resultados e reconstruir suas estratégias pedagógicas. A formação profissional precisa ocorrer de maneira articulada à realidade escolar, permitindo que os docentes enfrentem problemas concretos e desenvolvam soluções contextualizadas. O planejamento deixa de ser uma atividade burocrática e passa a constituir instrumento de investigação e aperfeiçoamento da prática pedagógica.

A colaboração entre professores também fortalece a inovação. A construção coletiva de sequências didáticas, projetos interdisciplinares, bancos de atividades, estratégias de avaliação e experiências com tecnologias pode ampliar o repertório pedagógico da equipe escolar. O Planner pode, portanto, ser compreendido não apenas como instrumento individual de organização do trabalho docente, mas como possibilidade de sistematização coletiva de práticas, favorecendo o compartilhamento de experiências e a construção de uma cultura institucional de inovação.

A formação docente para a Matemática digital precisa superar uma perspectiva centrada exclusivamente na capacitação técnica. O professor necessita desenvolver competências pedagógicas, tecnológicas, investigativas, éticas e relacionais que permitam compreender a tecnologia como parte de um ecossistema de aprendizagem. A inovação ocorre quando os recursos digitais são articulados a objetivos educacionais claros, metodologias adequadas, conhecimentos prévios, processos avaliativos e necessidades reais dos estudantes. Como sintetiza Maria Aparecida de Moura Amorim Sousa (2026, grifo próprio), *"a formação docente para a Matemática na era digital constitui um processo permanente de construção, atualização e reflexão profissional"*, no qual o professor precisa transformar as possibilidades tecnológicas em experiências educativas intencionais e significativas.

O Planner para a formação docente e inovação pedagógica na Matemática digital representa uma perspectiva de organização do trabalho educativo fundamentada na articulação entre planejamento, tecnologia, metodologia, avaliação e desenvolvimento profissional. Sua finalidade não consiste simplesmente em incorporar ferramentas digitais ao cotidiano escolar, mas em orientar escolhas pedagógicas capazes de favorecer aprendizagem significativa, protagonismo estudantil, pensamento computacional, inclusão, equidade e desenvolvimento das competências matemáticas. A tecnologia, nessa perspectiva, permanece subordinada à intencionalidade educativa, enquanto o professor assume papel central na mediação, na interpretação dos dados, na tomada de decisões e na construção de experiências de aprendizagem.

A Matemática digital exige um professor capaz de aprender continuamente, investigar sua própria prática, selecionar recursos com criticidade e reorganizar estratégias conforme as necessidades dos estudantes. A articulação entre as contribuições de Ausubel (2003), Kenski (2012), Papert (2008), Borba, Silva e Gadanidis (2018), Bacich e Moran (2018), Holmes, Bialik e Fadel (2019), Luckin et al. (2016), Valente (2019) e Wing (2006) evidencia que a inovação pedagógica deve ser compreendida como processo intencional de transformação das experiências de aprendizagem. Nesse contexto, a formação docente constitui o principal eixo para que as tecnologias digitais, a inteligência artificial e as metodologias ativas sejam efetivamente convertidas em instrumentos de construção do conhecimento matemático e de preparação dos estudantes para os desafios científicos, tecnológicos, sociais e profissionais do século XXI.

O planner de formação docente e inovação pedagógica na Matemática digital constitui uma ferramenta de planejamento destinada a organizar, acompanhar e avaliar práticas educativas que integrem conhecimentos matemáticos, tecnologias digitais e metodologias inovadoras. Sua finalidade é apoiar o professor na construção de experiências de aprendizagem intencionais, contextualizadas e centradas no estudante, considerando que a simples presença de dispositivos tecnológicos não garante inovação pedagógica. A transformação ocorre quando os recursos digitais são articulados aos objetivos curriculares, às necessidades dos estudantes, às estratégias metodológicas e aos processos de avaliação.

A formação docente deve contemplar não apenas o domínio operacional das ferramentas, mas também a capacidade de selecionar tecnologias adequadas, elaborar situações-problema, promover investigação matemática, interpretar dados de aprendizagem e utilizar recursos de inteligência artificial de maneira crítica e responsável. A atuação docente passa a envolver planejamento, mediação, acompanhamento e reorganização contínua das experiências educativas, possibilitando que o professor utilize a tecnologia para ampliar as

oportunidades de exploração, comunicação, representação e construção dos conhecimentos matemáticos.

O planner pode ser organizado em ciclos de planejamento, execução, acompanhamento e reflexão. No primeiro momento, o professor identifica as competências matemáticas que pretende desenvolver e diagnostica os conhecimentos prévios dos estudantes. Em seguida, seleciona uma metodologia inovadora e os recursos digitais que efetivamente contribuem para alcançar os objetivos estabelecidos. Durante a execução, acompanha a participação, as dificuldades e as estratégias utilizadas pelos estudantes. Finalmente, analisa os resultados obtidos e realiza ajustes para novas intervenções pedagógicas. Essa dinâmica favorece uma cultura profissional baseada na reflexão sobre a prática e na tomada de decisões fundamentadas.

Quadro 1: Planner de formação docente para a Matemática digital.

Etapa do planner	Ação docente	Perguntas orientadoras	Possibilidades de inovação
1. Diagnóstico	Identificar conhecimentos prévios e dificuldades matemáticas	O que os estudantes já sabem? Quais dificuldades apresentam?	Formulários digitais, quizzes, mapas conceituais e atividades diagnósticas interativas
2. Definição dos objetivos	Estabelecer competências e habilidades a desenvolver	Qual aprendizagem matemática se pretende alcançar?	Objetivos associados à resolução de problemas, raciocínio lógico e pensamento computacional
3. Seleção metodológica	Escolher metodologia coerente com os objetivos	Qual estratégia favorece maior participação dos estudantes?	Aprendizagem baseada em projetos, problemas, investigação, gamificação e sala de aula invertida
4. Seleção tecnológica	Escolher recursos digitais adequados	A tecnologia realmente amplia a aprendizagem?	Softwares matemáticos, simuladores, plataformas digitais, programação e inteligência artificial
5. Desenvolvimento	Organizar situações de aprendizagem	Como os estudantes irão investigar, criar e solucionar problemas?	Desafios, experimentações, projetos colaborativos e atividades maker
6. Mediação	Acompanhar e orientar os estudantes	Quais intervenções podem favorecer a compreensão?	Feedback digital, tutoria personalizada e acompanhamento por dados
7. Avaliação	Verificar aprendizagens e competências desenvolvidas	O que os estudantes aprenderam e como demonstraram essa aprendizagem?	Portfólios digitais, rubricas, projetos, autoavaliação e avaliação formativa
8. Reflexão docente	Analisar a prática desenvolvida	O que funcionou? O que precisa ser reorganizado?	Registro reflexivo, análise de evidências e planejamento colaborativo

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A utilização desse planner possibilita compreender a formação docente como um processo contínuo, no qual planejamento e inovação estão diretamente relacionados. O

professor não precisa utilizar todas as tecnologias disponíveis, mas deve desenvolver critérios para identificar aquelas que apresentam maior potencial pedagógico para determinada situação de aprendizagem. A competência digital docente envolve saber selecionar, adaptar, combinar e avaliar recursos tecnológicos de acordo com objetivos educacionais concretos.

Quadro 2: Metodologias inovadoras aplicáveis à Matemática digital.

Metodologia inovadora	Como funciona	Aplicação na Matemática	Tecnologia de apoio	Competências desenvolvidas
Aprendizagem baseada em projetos	Estudantes desenvolvem um projeto para responder a uma questão ou problema	Construção de projetos envolvendo estatística, geometria, medidas ou educação financeira	Planilhas, plataformas colaborativas e aplicativos	Planejamento, criatividade, resolução de problemas e colaboração
Aprendizagem baseada em problemas	O conhecimento é construído a partir da investigação de problemas	Situações matemáticas relacionadas ao cotidiano	Simuladores, calculadoras digitais e ambientes virtuais	Raciocínio lógico, argumentação e tomada de decisão
Sala de aula invertida	O contato inicial com conteúdos ocorre antes do encontro presencial	Vídeos, materiais digitais e atividades preparatórias	Plataformas virtuais e vídeos educativos	Autonomia, organização e participação
Gamificação	Elementos de jogos são incorporados ao processo educativo	Desafios matemáticos, missões, níveis e recompensas pedagógicas	Jogos digitais e plataformas interativas	Motivação, persistência e resolução de problemas
Investigação matemática	Estudantes formulam hipóteses, testam estratégias e analisam resultados	Exploração de padrões, funções, geometria e estatística	Softwares matemáticos e simuladores	Investigação, pensamento crítico e argumentação
Aprendizagem colaborativa	Estudantes constroem conhecimentos conjuntamente	Resolução coletiva de problemas e produção de explicações matemáticas	Documentos compartilhados e plataformas colaborativas	Comunicação, cooperação e construção coletiva
Aprendizagem maker	Aprendizagem ocorre por meio da criação e experimentação	Construção de protótipos envolvendo medidas, geometria e proporcionalidade	Robótica, programação e materiais de baixo custo	Criatividade, experimentação e pensamento computacional
Aprendizagem personalizada	Atividades são ajustadas às necessidades individuais	Trilhas diferenciadas de exercícios e desafios	Plataformas adaptativas e inteligência artificial	Autonomia, autorregulação e aprendizagem individualizada

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A combinação dessas metodologias permite superar uma organização pedagógica baseada exclusivamente na exposição do conteúdo. Em uma aula de Matemática digital, por

exemplo, um problema pode ser apresentado aos estudantes, que posteriormente realizam pesquisas, exploram dados, utilizam ferramentas digitais para testar hipóteses, desenvolvem uma solução e apresentam suas conclusões. A tecnologia passa a funcionar como instrumento de investigação e produção de conhecimento, e não apenas como recurso para reprodução de exercícios tradicionais.

A inteligência artificial pode ser incorporada ao planner como recurso complementar de personalização e acompanhamento. Entretanto, sua utilização deve permanecer subordinada à intencionalidade pedagógica, à análise docente e aos objetivos de aprendizagem. Sistemas de inteligência artificial podem auxiliar na elaboração de diferentes níveis de atividades, produção de feedbacks, identificação de padrões de desempenho e criação de situações-problema, mas as respostas produzidas por esses sistemas necessitam ser analisadas criticamente pelo professor.

Quadro 3: Ciclo de inovação pedagógica na Matemática digital.

Momento	Procedimento	Exemplo de aplicação	Papel do professor	Evidência de aprendizagem
Diagnosticar	Levantar conhecimentos prévios	Problema inicial sobre porcentagem	Investigador das necessidades	Respostas e estratégias iniciais
Problematizar	Apresentar desafio significativo	Planejamento de orçamento familiar	Mediador do problema	Hipóteses formuladas
Explorar	Permitir investigação e experimentação	Simulação de diferentes cenários	Orientador da investigação	Registros e tentativas
Criar	Desenvolver uma solução	Construção de planilha ou aplicativo simples	Designer da experiência	Produto ou solução desenvolvida
Colaborar	Compartilhar estratégias	Grupos com diferentes soluções	Mediador das interações	Argumentação e cooperação
Utilizar IA	Apoiar pesquisa, feedback ou personalização	Geração de exercícios diferenciados	Curador e avaliador das respostas	Qualidade das interações e revisões
Avaliar	Analisar conhecimentos construídos	Apresentação do projeto matemático	Avaliador formativo	Rubrica, portfólio ou apresentação
Refletir	Revisar aprendizagens e práticas	Autoavaliação dos estudantes	Professor reflexivo	Registro reflexivo e reorganização da aprendizagem

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O ciclo apresentado demonstra que a inovação pedagógica não depende exclusivamente de equipamentos sofisticados ou de plataformas específicas. É possível desenvolver propostas inovadoras mediante recursos acessíveis, desde que exista intencionalidade pedagógica e organização metodológica. Uma atividade envolvendo planilhas eletrônicas, por exemplo, pode desenvolver conceitos de porcentagem, estatística,

representação gráfica e análise de dados, ao mesmo tempo em que favorece competências digitais e pensamento computacional.

O professor necessita de espaços para experimentar tecnologias, discutir experiências com outros docentes, analisar resultados e reconstruir suas estratégias. A formação pode ser organizada por oficinas, comunidades de aprendizagem, grupos de estudo, projetos interdisciplinares e momentos de planejamento colaborativo. Nesse processo, a experiência profissional do professor constitui elemento fundamental para a adaptação das propostas às características de cada turma.

Quadro 4: Planner prático de acompanhamento docente

Período	Foco formativo	Metodologia escolhida	Tecnologia utilizada	Objetivo matemático	Evidência esperada	Reflexão docente
Semana 1	Diagnóstico digital	Aprendizagem baseada em problemas	Quiz/plataforma digital	Identificar conhecimentos prévios	Desempenho diagnóstico	Quais dificuldades foram identificadas?
Semana 2	Investigação	Investigação matemática	Software matemático	Explorar conceitos e padrões	Hipóteses e registros	Os estudantes investigaram ou apenas reproduziram procedimentos?
Semana 3	Colaboração	Aprendizagem colaborativa	Ambiente compartilhado	Resolver problemas	Produção coletiva	Como ocorreu a participação dos grupos?
Semana 4	Personalização	Aprendizagem adaptativa	Ferramenta digital/IA	Atender diferentes níveis de aprendizagem	Atividades diferenciadas	Quais intervenções foram necessárias?
Semana 5	Criação	Aprendizagem baseada em projetos	Planilhas, programação ou recursos maker	Aplicar conhecimentos matemáticos	Projeto ou protótipo	Que conhecimentos foram mobilizados?
Semana 6	Avaliação	Avaliação formativa	Portfólio digital	Consolidar aprendizagens	Portfólio e apresentação	Quais avanços precisam ser consolidados?

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O planner de formação docente e inovação pedagógica na Matemática digital pode funcionar como instrumento permanente de organização da prática profissional, permitindo que o professor estabeleça relações entre diagnóstico, objetivos, metodologia, tecnologia, intervenção e avaliação. Sua principal contribuição consiste em deslocar a discussão da simples utilização de ferramentas digitais para a construção de experiências pedagógicas intencionais, nas quais a tecnologia esteja articulada ao desenvolvimento do raciocínio matemático, da criatividade, da autonomia, da colaboração e do pensamento computacional.

A formação docente, portanto, precisa acompanhar as transformações tecnológicas sem abandonar os fundamentos pedagógicos que sustentam a aprendizagem. O professor continua sendo responsável pela definição dos objetivos, pela mediação das interações, pela

avaliação das aprendizagens e pela tomada de decisões pedagógicas, enquanto os recursos digitais podem ampliar as possibilidades de representação, experimentação, comunicação e personalização. Nessa perspectiva, a Matemática digital constitui um espaço de inovação pedagógica no qual conhecimento matemático, cultura digital e formação humana podem ser articulados de maneira planejada, crítica e socialmente responsável.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão da Matemática na era digital exige uma abordagem teórica capaz de articular aprendizagem significativa, tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e pensamento computacional. A expansão dos recursos digitais modifica as formas de representação, exploração e comunicação dos conhecimentos matemáticos, criando novas possibilidades para a organização das práticas pedagógicas. Borba, Silva e Gadanidis (2018) demonstram que as tecnologias digitais vêm produzindo transformações progressivas na Educação Matemática, especialmente ao possibilitar ambientes nos quais os estudantes podem experimentar, visualizar, conjecturar e investigar conceitos matemáticos de diferentes maneiras. Nesse cenário, a tecnologia deixa de ser compreendida apenas como instrumento auxiliar e passa a integrar a própria organização das experiências de aprendizagem.

A discussão também se relaciona à perspectiva da aprendizagem significativa, segundo a qual novos conhecimentos são incorporados de maneira mais consistente quando estabelecem relações com conhecimentos previamente existentes. Ausubel (2003) destaca a importância da estrutura cognitiva do estudante para a aquisição e retenção de conhecimentos, princípio particularmente relevante em ambientes digitais, nos quais a multiplicidade de informações pode tanto favorecer quanto dificultar a aprendizagem. A utilização de tecnologias no ensino da Matemática necessita estar subordinada a objetivos pedagógicos claramente definidos, evitando que o excesso de recursos substitua a compreensão conceitual. A inovação, nessa perspectiva, não reside simplesmente na utilização de dispositivos digitais, mas na capacidade de reorganizar experiências de aprendizagem que permitam ao estudante atribuir significado aos conhecimentos matemáticos.

3.1. Fundamentação conceitual da matemática na era digital

A Matemática na era digital pode ser compreendida como um campo de práticas educacionais no qual os conhecimentos matemáticos passam a ser construídos, representados, explorados e comunicados mediante a articulação entre recursos tecnológicos, conhecimentos pedagógicos e competências cognitivas. Essa perspectiva amplia a concepção tradicional de ensino matemático ao incorporar softwares, plataformas digitais, ambientes virtuais, programação, recursos de inteligência artificial, simuladores e ferramentas de representação

dinâmica. Kenski (2012) evidencia que a incorporação das tecnologias modifica os tempos, espaços e modos de produção do conhecimento, indicando que a cultura digital não deve ser tratada como elemento externo ao processo educativo, mas como parte das transformações que atravessam a escola contemporânea.

No âmbito específico da Educação Matemática, as tecnologias digitais possibilitam formas diferenciadas de interação com objetos matemáticos. Borba, Silva e Gadanidis (2018) analisam diferentes fases da presença das tecnologias digitais na educação matemática e evidenciam que a relação entre sujeitos, conhecimentos e tecnologias vem sendo progressivamente modificada. A visualização dinâmica de gráficos, a manipulação de figuras geométricas, a simulação de fenômenos e a exploração de diferentes representações podem favorecer processos investigativos que seriam mais difíceis de realizar exclusivamente por meios convencionais. A potencialidade tecnológica depende da maneira como o recurso é integrado à atividade pedagógica, pois uma ferramenta sofisticada pode reproduzir uma prática tradicional quando utilizada apenas para transmissão ou repetição de procedimentos.

A aprendizagem significativa constitui outro eixo fundamental para compreender essa transformação. Ausubel (2003) atribui importância central aos conhecimentos prévios e às relações estabelecidas entre novas informações e estruturas cognitivas já existentes. Aplicada ao ensino da Matemática digital, essa concepção implica planejar atividades que partam das experiências e conhecimentos dos estudantes e conduzam à construção progressiva de conceitos mais complexos. Plataformas digitais, softwares e sistemas inteligentes podem ampliar as possibilidades de representação e feedback, mas não substituem a necessidade de organização conceitual, mediação docente e contextualização das atividades.

A partir dessas contribuições, a Matemática digital pode ser entendida como uma perspectiva que integra recursos tecnológicos e fundamentos pedagógicos para ampliar as possibilidades de aprendizagem matemática. O foco, portanto, não está na tecnologia isoladamente, mas na relação estabelecida entre tecnologia, professor, estudante, conhecimento e contexto. Essa compreensão fundamenta a análise das metodologias ativas, da inteligência artificial e do pensamento computacional como dimensões complementares de uma educação matemática orientada para a investigação, a resolução de problemas e o desenvolvimento da autonomia intelectual.

3.2. Abordagens teóricas e modelos analíticos relacionados ao tema

A abordagem teórica deste estudo articula quatro eixos principais: aprendizagem significativa, tecnologias digitais, metodologias ativas e pensamento computacional. Esses eixos não devem ser compreendidos de maneira isolada, pois constituem dimensões interdependentes do processo de transformação do ensino da Matemática. A aprendizagem

significativa oferece fundamentos para compreender como os conhecimentos podem ser incorporados à estrutura cognitiva dos estudantes; as tecnologias digitais ampliam as formas de representação e interação; as metodologias ativas reorganizam a participação dos sujeitos; e o pensamento computacional contribui para o desenvolvimento de estratégias de análise e resolução de problemas.

As metodologias ativas assumem papel relevante nessa articulação porque deslocam o estudante de uma posição predominantemente receptiva para uma participação mais efetiva na construção do conhecimento. Bacich e Moran (2018) apresentam as metodologias ativas como estratégias que favorecem experiências de aprendizagem nas quais os estudantes participam de processos de investigação, criação, colaboração e resolução de problemas. No ensino da Matemática, essa perspectiva pode ser concretizada por meio de projetos, desafios, investigação matemática, aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida e atividades colaborativas. A integração dessas estratégias às tecnologias digitais amplia as possibilidades de pesquisa, produção e compartilhamento das soluções construídas.

O pensamento computacional acrescenta outra dimensão à formação matemática. Wing (2006) apresenta o pensamento computacional como uma forma de abordar problemas, projetar sistemas e compreender comportamentos utilizando princípios relacionados à computação. Na educação, essa perspectiva envolve processos como decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de procedimentos. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) discutem o pensamento computacional como competência que pode ser desenvolvida em diferentes contextos educacionais, enquanto Valente (2019) problematiza sua relação com letramento computacional e competência digital. A aproximação entre pensamento computacional e Matemática possibilita trabalhar problemas que exigem organização lógica, identificação de regularidades, elaboração de estratégias e análise sistemática de resultados.

A articulação dessas abordagens justifica-se porque nenhuma delas, isoladamente, responde à complexidade da Matemática na cultura digital. A aprendizagem significativa oferece uma perspectiva cognitiva; as metodologias ativas enfatizam a participação e a autonomia; as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de interação e representação; e o pensamento computacional contribui para formas estruturadas de resolução de problemas. A combinação desses elementos sustenta uma perspectiva pedagógica na qual o professor planeja experiências intencionais e os estudantes são estimulados a investigar, testar hipóteses, produzir soluções, interpretar resultados e refletir sobre os próprios processos de aprendizagem.

3.3. Inteligência artificial e personalização da aprendizagem matemática

A inteligência artificial introduz novas possibilidades para a organização dos processos educacionais, especialmente quando empregada na identificação de padrões de

desempenho, personalização de atividades e produção de feedback. Luckin et al. (2016) discutem o potencial da inteligência artificial para apoiar processos educacionais mais adaptativos, enquanto Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam possibilidades e implicações da inteligência artificial para o ensino e a aprendizagem. No contexto da Matemática, esses recursos podem auxiliar na elaboração de exercícios diferenciados, na identificação de dificuldades recorrentes e na oferta de caminhos alternativos para a compreensão de determinados conceitos.

A personalização, entretanto, não deve ser confundida com automatização do ensino. O uso de sistemas inteligentes requer intervenção docente para interpretar informações, verificar a adequação das atividades e estabelecer relações entre os dados produzidos pelas ferramentas e os objetivos curriculares. Uma plataforma pode identificar que determinado estudante apresenta dificuldades em uma habilidade matemática, mas cabe ao professor compreender as possíveis causas dessa dificuldade e selecionar estratégias pedagógicas adequadas. Dessa forma, a inteligência artificial funciona como recurso de apoio à tomada de decisões, e não como substituta da mediação pedagógica.

A integração entre inteligência artificial e aprendizagem significativa também exige atenção à qualidade das informações oferecidas aos estudantes. A multiplicidade de respostas produzidas por sistemas digitais demanda processos de verificação, comparação e análise crítica. No ensino da Matemática, esse aspecto pode ser pedagogicamente aproveitado por meio de atividades nas quais os estudantes analisam diferentes soluções, identificam erros, verificam procedimentos e justificam matematicamente suas conclusões. Assim, a inteligência artificial pode ser transformada em objeto de investigação e não apenas em mecanismo de obtenção de respostas.

A contribuição da inteligência artificial para a Matemática digital depende de uma integração equilibrada entre personalização tecnológica e intencionalidade pedagógica. O recurso torna-se mais significativo quando permite ao professor conhecer melhor os processos de aprendizagem e aos estudantes receber desafios compatíveis com suas necessidades, sem eliminar a investigação, a argumentação e a autonomia intelectual. A questão central passa, portanto, da simples utilização da inteligência artificial para a construção de práticas nas quais seus recursos estejam submetidos aos objetivos educacionais.

3.4. Metodologias ativas e protagonismo estudantil

A utilização de metodologias ativas no ensino da Matemática está relacionada à necessidade de criar situações nas quais os estudantes possam participar de maneira efetiva da construção do conhecimento. Bacich e Moran (2018) ressaltam a importância de estratégias que favoreçam participação, autonomia, colaboração e resolução de problemas. Na Matemática

digital, esse princípio pode ser ampliado mediante recursos que permitam aos estudantes pesquisar, simular, construir representações, testar hipóteses e apresentar diferentes soluções para uma mesma situação.

A aprendizagem baseada em problemas constitui uma possibilidade particularmente relevante porque parte de situações que exigem mobilização de conhecimentos para alcançar uma solução. Em vez de apresentar inicialmente uma regra matemática e posteriormente solicitar sua aplicação, o professor pode propor uma situação-problema que leve os estudantes a identificar informações, formular estratégias e avaliar resultados. Os recursos digitais podem ampliar esse processo mediante simulações, planilhas, representações gráficas e ambientes colaborativos.

A aprendizagem baseada em projetos também favorece a integração entre conhecimentos matemáticos e problemas contextualizados. Um projeto relacionado à análise de consumo de água, por exemplo, pode mobilizar porcentagem, estatística, medidas, representação gráfica e interpretação de dados, enquanto recursos digitais permitem organizar informações e construir diferentes formas de apresentação dos resultados. Essa articulação contribui para aproximar o conhecimento matemático de situações concretas e desenvolver competências relacionadas à comunicação e à tomada de decisões.

A centralidade do estudante, contudo, não significa redução da importância do professor. Pelo contrário, quanto mais aberta e investigativa é a atividade, maior pode ser a necessidade de mediação pedagógica. O professor precisa formular problemas adequados, acompanhar os processos de raciocínio, questionar estratégias, promover discussões e avaliar os conhecimentos construídos. A inovação pedagógica, portanto, não elimina a docência, mas redefine suas formas de atuação, deslocando parte da ênfase da transmissão para a mediação, orientação e problematização.

3.5. Pensamento computacional e desenvolvimento das competências matemáticas

O pensamento computacional constitui uma dimensão relevante da formação matemática em uma sociedade caracterizada pela crescente presença de tecnologias digitais. Wing (2006) estabeleceu uma discussão fundamental ao caracterizar o pensamento computacional como uma abordagem para formular problemas e soluções de maneira que possam ser executadas por agentes humanos ou computacionais. Essa perspectiva ultrapassa o ensino específico de programação, pois envolve formas de raciocínio relacionadas à decomposição de problemas, abstração, reconhecimento de padrões e elaboração de procedimentos.

Na Educação Matemática, esses processos apresentam estreita relação com competências tradicionalmente associadas à resolução de problemas. Ao decompor uma

situação complexa em partes menores, identificar regularidades, estabelecer relações e construir procedimentos, o estudante mobiliza operações cognitivas que também estão presentes na atividade matemática. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) contribuem para essa discussão ao abordarem o pensamento computacional como competência educacional, enquanto Valente (2019) amplia o debate ao diferenciar conceitos como pensamento computacional, letramento computacional e competência digital.

A programação e a robótica educacional podem constituir contextos concretos para essa articulação. Ao elaborar um algoritmo para resolver determinado problema, o estudante precisa organizar sequências, prever resultados, identificar erros e realizar modificações. Esses processos podem ser relacionados a conceitos matemáticos como lógica, proporcionalidade, geometria, medidas e relações funcionais. Papert (2008), ao discutir a utilização dos computadores como instrumentos de construção, contribui para uma perspectiva na qual o estudante aprende mediante a criação e experimentação de objetos e procedimentos.

A relação entre pensamento computacional e Matemática, entretanto, não deve reduzir a educação matemática à aprendizagem de programação. O pensamento computacional pode ser desenvolvido também por atividades sem computador, desde que envolvam decomposição, abstração, reconhecimento de padrões e elaboração sistemática de estratégias. Dessa forma, sua contribuição reside principalmente na ampliação das formas de pensar e resolver problemas, estabelecendo uma ponte entre conhecimentos matemáticos e demandas cognitivas presentes na cultura digital.

3.6. Formação docente e inovação pedagógica na matemática digital

A transformação das práticas matemáticas depende diretamente da formação dos professores, uma vez que a incorporação de tecnologias exige conhecimentos técnicos, pedagógicos e curriculares. Kenski (2012) destaca que a presença das tecnologias modifica as relações educacionais e exige novas formas de organização do trabalho pedagógico. Nesse contexto, a formação docente não pode limitar-se ao treinamento operacional para utilização de ferramentas, devendo contemplar a análise de suas possibilidades, limitações e implicações pedagógicas.

A formação continuada torna-se particularmente importante diante da velocidade com que novas ferramentas digitais são incorporadas à educação. O professor precisa desenvolver condições para avaliar quais tecnologias apresentam pertinência para determinada aprendizagem, quais metodologias favorecem sua utilização e quais adaptações são necessárias para diferentes perfis de estudantes. Essa competência envolve planejamento, experimentação, avaliação e reflexão permanente sobre a prática.

A inovação pedagógica também precisa considerar as condições concretas das escolas. A desigualdade no acesso a dispositivos, conectividade e recursos tecnológicos pode produzir novas formas de exclusão quando a integração digital não é acompanhada de políticas de acessibilidade e inclusão. Por isso, uma Matemática digital comprometida com a aprendizagem precisa considerar diferentes condições de acesso e buscar alternativas pedagógicas que permitam participação ampla dos estudantes.

A formação docente assume, portanto, uma dimensão estratégica na construção de práticas matemáticas inovadoras. O professor precisa atuar como mediador, pesquisador e planejador de experiências de aprendizagem, articulando conhecimentos matemáticos, recursos digitais e metodologias adequadas. A inovação não corresponde à substituição das práticas anteriores por ferramentas tecnológicas, mas à reconstrução intencional do processo educativo a partir das necessidades dos estudantes e das possibilidades oferecidas pela cultura digital.

3.7. Evidências empíricas e contribuições de estudos recentes

Estudos relacionados ao pensamento computacional, à programação e às tecnologias digitais indicam a existência de possibilidades concretas de aproximação entre conhecimentos matemáticos e competências digitais. Costa e Pereira (2019), ao discutirem o ensino de programação na educação básica por meio do pensamento computacional, evidenciam a pertinência de práticas que aproximam resolução de problemas, programação e desenvolvimento de habilidades cognitivas. Essas experiências reforçam a compreensão de que a cultura digital pode ser incorporada ao currículo mediante atividades que envolvam criação, experimentação e resolução de problemas.

No campo amazônico, os trabalhos de Silva e Bacury ampliam essa discussão ao relacionarem Educação Matemática, saberes tradicionais e formação de professores. Silva e Bacury (2025) discutem a Educação Etnomatemática na Amazônia e a valorização dos saberes tradicionais na formação inicial de professores indígenas, enquanto Silva e Bacury (2026) abordam a presença da Etnomatemática indígena e dos saberes tradicionais na educação básica. Essas contribuições permitem compreender que a inovação digital não deve significar homogeneização das experiências matemáticas, mas pode dialogar com diferentes contextos culturais e formas de produção de conhecimento.

A discussão também pode ser relacionada às experiências de ensino da Matemática em diferentes organizações escolares. Sousa (2026), ao abordar métodos de ensino de Matemática no Ensino Médio em tempo integral, contribui para o debate sobre organização pedagógica, estratégias de ensino e desenvolvimento das aprendizagens matemáticas. A aproximação entre essas discussões e as tecnologias digitais evidencia a necessidade de pensar a inovação de

maneira contextualizada, considerando o currículo, o tempo pedagógico, a formação docente e as características dos estudantes.

Silva e Bacury (2026) abordam que as contribuições analisadas indicam que a integração entre Matemática, tecnologia e inovação possui diferentes dimensões e não pode ser reduzida à adoção de ferramentas digitais. A literatura aponta para a importância da mediação docente, da resolução de problemas, da aprendizagem ativa, do pensamento computacional e da contextualização dos conhecimentos. Ao mesmo tempo, permanecem desafios relacionados à formação dos professores, às condições de infraestrutura, à inclusão digital e à necessidade de avaliar criticamente o uso da inteligência artificial. Essas questões sustentam a pertinência de investigações que articulem as diferentes dimensões da Matemática digital.

3.8. A análise teórica desenvolvida permite compreender a Matemática

A análise teórica desenvolvida permite compreender a Matemática na era digital como um fenômeno educacional multidimensional, no qual tecnologias, metodologias pedagógicas e processos cognitivos se articulam. A aprendizagem significativa fornece fundamentos para compreender a importância dos conhecimentos prévios e da organização conceitual; as tecnologias digitais ampliam as possibilidades de representação e interação; as metodologias ativas favorecem protagonismo, colaboração e investigação; a inteligência artificial possibilita novas formas de personalização e acompanhamento; e o pensamento computacional amplia estratégias de análise e resolução de problemas.

Essa articulação não significa que a tecnologia, por si só, produza aprendizagem. A contribuição dos recursos digitais depende da qualidade das situações didáticas, da mediação do professor, da participação dos estudantes e da coerência entre tecnologia, metodologia e objetivos curriculares. Nesse sentido, o referencial teórico sustenta uma concepção de inovação pedagógica baseada na intencionalidade, na investigação e na reflexão crítica.

As contribuições de Ausubel (2003), Borba, Silva e Gadanidis (2018), Bacich e Moran (2018), Wing (2006), Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017), Valente (2019), Papert (2008), Kenski (2012), Luckin et al. (2016) e Holmes, Bialik e Fadel (2019) permitem estabelecer uma base conceitual para analisar as relações entre aprendizagem, tecnologia, inteligência artificial, metodologias inovadoras e pensamento computacional. A incorporação de contribuições relacionadas à Educação Etnomatemática e ao contexto amazônico amplia ainda essa perspectiva, evidenciando que a inovação precisa considerar diversidade cultural, contextualização e diferentes formas de produção do conhecimento.

O referencial teórico orienta a análise do estudo a partir de uma perspectiva integrada, na qual a Matemática digital é compreendida não como simples informatização do ensino, mas como possibilidade de reorganização das experiências educativas. A partir dessa

fundamentação, a seção metodológica poderá delimitar os procedimentos utilizados para analisar as contribuições das tecnologias educacionais, da inteligência artificial e das metodologias ativas para a aprendizagem matemática e o desenvolvimento do pensamento computacional.

4. METODOLOGIA

A metodologia adotada caracteriza-se como pesquisa bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, desenvolvida com o propósito de analisar as relações entre tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas, aprendizagem significativa e desenvolvimento do pensamento computacional no ensino da Matemática. A escolha desse percurso metodológico decorre da própria natureza do problema investigado, que exige a articulação de diferentes produções científicas e documentos educacionais para compreender as transformações provocadas pela cultura digital nas práticas de ensino e aprendizagem. Silva e Bacury (2026) projetam que a investigação não se limita à identificação de ferramentas tecnológicas, mas busca compreender suas possibilidades pedagógicas, seus limites e as condições necessárias para que sejam integradas de maneira intencional ao currículo de Matemática.

A abordagem qualitativa mostrou-se adequada porque permite interpretar concepções, perspectivas, argumentos e contribuições presentes na literatura selecionada, valorizando as relações estabelecidas entre tecnologia, conhecimento matemático, práticas docentes e processos de aprendizagem. Conforme a perspectiva da aprendizagem significativa, a construção do conhecimento depende da articulação entre novos conteúdos e conhecimentos previamente estruturados pelo estudante, aspecto particularmente relevante quando recursos digitais são empregados para favorecer diferentes formas de representação, exploração e contextualização dos conceitos matemáticos (Ausubel, 2003). A pesquisa procura interpretar não apenas a presença das tecnologias no espaço educacional, mas as condições pedagógicas que podem transformar esses recursos em instrumentos efetivos de aprendizagem.

4.1. Natureza e abordagem da pesquisa

Quanto à sua natureza, a pesquisa caracteriza-se como básica, uma vez que busca ampliar a compreensão teórica acerca da integração entre Matemática, tecnologias digitais, inteligência artificial, metodologias ativas e pensamento computacional. Quanto aos objetivos, apresenta caráter exploratório e descritivo. É exploratória porque investiga um campo marcado por rápidas transformações tecnológicas e por diferentes perspectivas pedagógicas; e descritiva porque sistematiza características, possibilidades, estratégias e desafios relacionados à utilização de recursos digitais no ensino da Matemática. Essa classificação permite organizar

conhecimentos dispersos na literatura e identificar elementos relevantes para a compreensão da Matemática em contextos educacionais mediados por tecnologias.

A abordagem qualitativa orienta a interpretação do material bibliográfico e documental selecionado, possibilitando analisar significados, relações conceituais e contribuições teóricas. Borba, Silva e Gadanidis (2018), ao discutirem as transformações provocadas pelas tecnologias digitais na Educação Matemática, evidenciam que a incorporação desses recursos modifica as formas de produzir, representar e explorar conhecimentos matemáticos. Dessa maneira, a análise qualitativa possibilita compreender a tecnologia como elemento integrante de processos pedagógicos mais amplos, evitando uma perspectiva meramente instrumental.

O método científico adotado é predominantemente dedutivo-analítico, partindo de pressupostos teóricos mais amplos sobre educação, aprendizagem, tecnologias e inovação pedagógica para interpretar suas manifestações específicas no ensino da Matemática. Esse percurso possibilita estabelecer relações entre os fundamentos da aprendizagem significativa, as metodologias ativas, o pensamento computacional e as tecnologias educacionais. A perspectiva de Wing (2006), ao apresentar o pensamento computacional como uma forma de organizar estratégias para solucionar problemas, contribui para compreender sua aproximação com competências matemáticas relacionadas à abstração, identificação de padrões, decomposição e elaboração de procedimentos.

4.2. Procedimentos técnicos e fontes de dados

Os procedimentos técnicos empregados compreendem pesquisa bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica fundamenta-se na consulta e análise de livros, artigos científicos, capítulos de livros, trabalhos acadêmicos e outras produções relacionadas à Educação Matemática, tecnologias digitais, inteligência artificial, metodologias ativas, aprendizagem significativa e pensamento computacional. A pesquisa documental complementa esse percurso por meio da análise de documentos educacionais e materiais institucionais pertinentes à incorporação das tecnologias e das competências digitais no contexto educacional. A combinação desses procedimentos permite confrontar diferentes perspectivas e construir uma interpretação mais abrangente do objeto investigado.

As fontes utilizadas são predominantemente secundárias, provenientes de produções acadêmicas e científicas selecionadas de acordo com sua pertinência temática, reconhecimento acadêmico, contribuição conceitual e relação direta com os objetivos do estudo. Entre os autores mobilizados encontram-se Ausubel (2003), Bacich e Moran (2018), Borba, Silva e Gadanidis (2018), Holmes, Bialik e Fadel (2019), Kenski (2012), Luckin et al. (2016), Papert

(2008), Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017), Valente (2019) e Wing (2006), além de produções relacionadas à Educação Matemática na Amazônia e às práticas de ensino de Matemática.

O instrumento de coleta utilizado consistiu em um protocolo de levantamento e organização bibliográfica, estruturado a partir de categorias relacionadas ao problema e aos objetivos da pesquisa. Foram consideradas categorias como tecnologias digitais, inteligência artificial, aprendizagem significativa, metodologias ativas, pensamento computacional, formação docente, inovação pedagógica e competências matemáticas. Esse procedimento possibilitou organizar as informações encontradas e estabelecer relações entre os diferentes eixos teóricos, favorecendo uma análise sistemática do material selecionado.

4.3. Universo, amostra e critérios de seleção

O universo da pesquisa compreende produções científicas e documentos relacionados à utilização de tecnologias digitais e estratégias inovadoras no ensino da Matemática, contemplando estudos sobre aprendizagem, formação docente, inteligência artificial, pensamento computacional e metodologias ativas. A delimitação desse universo está diretamente relacionada ao problema de pesquisa, pois permite analisar como diferentes perspectivas acadêmicas compreendem as transformações provocadas pela cultura digital nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática.

Por se tratar de pesquisa bibliográfica e documental, não foi constituída amostra de participantes humanos. O recorte analítico foi realizado sobre produções bibliográficas e documentais selecionadas intencionalmente em razão de sua pertinência com o objeto investigado. Foram priorizadas obras que apresentassem fundamentação teórica relevante, relação direta com os eixos temáticos da pesquisa e contribuição para a compreensão da integração entre tecnologia e Educação Matemática. Também foram consideradas produções recentes, especialmente aquelas relacionadas às transformações contemporâneas provocadas pela inteligência artificial e pelo desenvolvimento das competências digitais.

Entre os critérios de inclusão estiveram a pertinência temática, a consistência acadêmica, a contribuição conceitual ou empírica e a relação com os objetivos do estudo. Foram excluídas produções que não apresentassem relação suficientemente direta com a temática central ou que não contribuíssem para a análise proposta. Esse procedimento permitiu estabelecer um corpus teórico coerente, sem pretensão de representar a totalidade da produção científica existente sobre Matemática digital.

4.4. Coleta, tratamento e análise dos dados

A coleta do material bibliográfico e documental foi realizada mediante levantamento, seleção, leitura e organização das produções relacionadas aos eixos temáticos da pesquisa.

Inicialmente, foram identificadas obras e estudos pertinentes à Educação Matemática e às tecnologias educacionais; posteriormente, o material foi organizado de acordo com sua aproximação aos temas da inteligência artificial, metodologias ativas, aprendizagem significativa, pensamento computacional e formação docente. Esse processo possibilitou construir um conjunto documental e bibliográfico articulado ao problema e aos objetivos da investigação.

Após a seleção, os materiais foram submetidos a leitura exploratória, leitura analítica e sistematização das informações consideradas relevantes. Os conteúdos foram organizados em categorias temáticas, permitindo identificar conceitos recorrentes, convergências, divergências, potencialidades e desafios relacionados ao uso das tecnologias no ensino da Matemática. A categorização também possibilitou aproximar os fundamentos de Ausubel (2003) sobre aprendizagem significativa das contribuições contemporâneas sobre tecnologias digitais, metodologias ativas e inteligência artificial.

A análise dos dados foi desenvolvida por meio de interpretação qualitativa e análise temática do conteúdo identificado nas fontes selecionadas. Foram estabelecidos eixos analíticos relacionados à integração das tecnologias digitais, personalização da aprendizagem por inteligência artificial, protagonismo estudantil, pensamento computacional e formação docente. A interpretação procurou estabelecer relações entre esses eixos e os fundamentos teóricos da pesquisa, considerando que a tecnologia educacional apresenta maior potencial quando integrada a objetivos pedagógicos claros e a estratégias capazes de promover participação, investigação e construção de conhecimentos.

4.5. Aspectos éticos e limitações da pesquisa

Por utilizar exclusivamente fontes bibliográficas e documentais de caráter público e acadêmico, sem realização de entrevistas, questionários, observações ou intervenções diretamente com seres humanos, a pesquisa não envolve coleta de dados pessoais ou sensíveis de participantes. Ainda assim, foram considerados princípios de integridade científica, especialmente quanto à identificação das fontes, fidelidade às ideias dos autores, adequada utilização das citações e referências e distinção entre as contribuições da literatura e as interpretações desenvolvidas pelos pesquisadores. A utilização ética das informações é particularmente relevante em estudos que abordam inteligência artificial, considerando questões relacionadas à transparência, autoria, privacidade e uso responsável das tecnologias educacionais.

Entre as limitações da pesquisa destaca-se o caráter bibliográfico e documental, que não permite observar diretamente o impacto de determinadas ferramentas digitais sobre o desempenho de estudantes em situações concretas de sala de aula. Além disso, a rápida

evolução das tecnologias digitais e da inteligência artificial faz com que novos recursos, plataformas e estudos sejam continuamente incorporados ao campo educacional. Dessa forma, os resultados devem ser compreendidos dentro do recorte teórico e documental estabelecido, não sendo possível generalizá-los automaticamente para todos os contextos educacionais. Tais limitações, contudo, não comprometem a contribuição do estudo, pois a sistematização das evidências teóricas permite identificar tendências, possibilidades pedagógicas, desafios e caminhos para futuras investigações empíricas sobre a Matemática na era digital.

5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Os resultados da análise bibliográfica e documental evidenciam que a integração planejada das tecnologias digitais ao ensino da Matemática amplia as possibilidades de representação, experimentação, investigação e comunicação dos conceitos matemáticos. A literatura analisada demonstra que softwares matemáticos, plataformas educacionais, ambientes virtuais, simuladores e recursos interativos podem favorecer experiências de aprendizagem mais dinâmicas quando articulados a objetivos pedagógicos claramente definidos, aspecto coerente com a compreensão de Borba, Silva e Gadanidis (2018) sobre as transformações produzidas pelas tecnologias digitais na Educação Matemática. Nesse processo, a tecnologia deixa de ser compreendida apenas como recurso complementar e passa a integrar a própria organização das experiências de aprendizagem, favorecendo diferentes caminhos para explorar problemas, formular hipóteses e construir conhecimentos.

A análise também evidencia que a inteligência artificial amplia as possibilidades de personalização da aprendizagem, especialmente por meio de sistemas capazes de fornecer feedback, identificar padrões de desempenho e apoiar a elaboração de atividades diferenciadas. Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam que a inteligência artificial pode oferecer novas possibilidades para o acompanhamento dos processos educacionais, desde que sua utilização esteja subordinada a objetivos pedagógicos e a critérios de responsabilidade. Nesse sentido, os resultados indicam que a personalização tecnológica apresenta maior potencial quando associada à mediação docente, pois a interpretação das dificuldades, dos avanços e das necessidades dos estudantes não pode ser reduzida exclusivamente a indicadores produzidos por sistemas digitais.

Outro resultado relevante refere-se à contribuição das metodologias ativas para o protagonismo estudantil. A análise das produções selecionadas demonstra que aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas, investigação matemática, sala de aula invertida e aprendizagem colaborativa podem favorecer maior participação dos estudantes na construção do conhecimento. Bacich e Moran (2018) defendem que metodologias ativas deslocam o foco de práticas predominantemente transmissivas para experiências nas quais o estudante participa

mais diretamente da elaboração, aplicação e avaliação de conhecimentos. Silva e Bacury (2026) evidenciam que no ensino da Matemática, essa perspectiva possibilita que conceitos sejam trabalhados por meio de situações contextualizadas, desafios e problemas que exigem argumentação, tomada de decisão e elaboração de estratégias.

5.1. Caracterização dos dados e panorama geral dos resultados

O corpus analisado foi constituído por livros, artigos científicos, capítulos de livros e produções acadêmicas relacionadas à Educação Matemática, tecnologias digitais, aprendizagem significativa, inteligência artificial, metodologias ativas, pensamento computacional e formação docente. A organização desse material possibilitou estabelecer categorias analíticas diretamente relacionadas aos objetivos da pesquisa, contemplando cinco dimensões principais: integração das tecnologias digitais, personalização da aprendizagem, protagonismo estudantil, desenvolvimento do pensamento computacional e formação docente para a inovação pedagógica. Essa organização encontra respaldo na perspectiva de Kenski (2012), para quem a incorporação das tecnologias modifica práticas, relações e formas de produção e circulação do conhecimento.

A análise do corpus revelou uma tendência de aproximação entre recursos tecnológicos e estratégias pedagógicas participativas. Conforme sintetizado no Quadro 1, as tecnologias digitais aparecem associadas à diversificação das formas de representação matemática; a inteligência artificial relaciona-se à possibilidade de personalização e feedback; as metodologias ativas estão vinculadas ao protagonismo; e o pensamento computacional aparece articulado à resolução estruturada de problemas. Essas relações aproximam-se das discussões de Borba, Silva e Gadanidis (2018), que evidenciam a transformação das práticas matemáticas diante da presença crescente das tecnologias digitais, e de Valente (2019), que problematiza a relação entre pensamento computacional, letramento computacional e competências digitais.

Quadro 5: Panorama dos principais resultados identificados.

A. Eixo analisado	B. Resultado predominante	C. Evidência/manifestação pedagógica	D. Implicação para o ensino da Matemática
Tecnologias digitais	Ampliação das formas de representação, exploração e experimentação dos conceitos matemáticos.	Utilização de softwares matemáticos, plataformas digitais, simuladores, aplicativos e ambientes virtuais para representar conteúdos de maneira dinâmica e interativa.	Favorecimento da visualização, investigação, experimentação e compreensão de conceitos abstratos, ampliando as possibilidades de construção do conhecimento matemático.

Inteligência artificial	Possibilidade de personalização da aprendizagem e oferta de feedbacks mais rápidos e individualizados.	Sistemas inteligentes podem identificar dificuldades, sugerir atividades diferenciadas, acompanhar o desempenho e apoiar intervenções pedagógicas.	Maior capacidade de acompanhamento das necessidades individuais, permitindo ao professor planejar intervenções mais adequadas aos diferentes ritmos e níveis de aprendizagem.
Metodologias ativas	Ampliação da participação, autonomia e protagonismo dos estudantes no processo educativo.	Aprendizagem baseada em projetos, resolução de problemas, investigação matemática, sala de aula invertida e aprendizagem colaborativa colocam o estudante em posição mais ativa.	Desenvolvimento da autonomia intelectual, colaboração, argumentação, criatividade e capacidade de aplicar conhecimentos matemáticos em situações contextualizadas.
Pensamento computacional	Organização sistemática de estratégias para compreender e solucionar problemas.	Desenvolvimento de habilidades de decomposição, reconhecimento de padrões, abstração, elaboração de algoritmos e construção de procedimentos de resolução.	Fortalecimento do raciocínio lógico, da capacidade de solucionar problemas complexos e da articulação entre conhecimentos matemáticos e competências digitais.
Formação docente	Necessidade de ampliar competências pedagógicas, digitais, metodológicas e éticas dos professores.	Planejamento de práticas que integrem tecnologias, inteligência artificial, metodologias inovadoras e objetivos de aprendizagem, considerando também inclusão e equidade.	Promoção de um uso crítico, intencional, contextualizado e pedagogicamente fundamentado das tecnologias digitais, evitando que os recursos sejam utilizados apenas como instrumentos técnicos.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no corpus bibliográfico analisado.Leitura explicativa do quadro

A – Eixo analisado: corresponde às dimensões centrais identificadas na pesquisa: tecnologias digitais, inteligência artificial, metodologias ativas, pensamento computacional e formação docente. Esses eixos articulam os principais componentes necessários à compreensão da Matemática na era digital.

B – Resultado predominante: sintetiza o principal resultado identificado em cada eixo. As tecnologias digitais ampliam as possibilidades de representação; a inteligência artificial favorece processos personalizados; as metodologias ativas ampliam o protagonismo; o pensamento computacional estrutura estratégias de resolução; e a formação docente garante a intencionalidade pedagógica dessas práticas.

C – Evidência/manifestação pedagógica: demonstra como cada resultado pode se concretizar no cotidiano educacional. Nesse sentido, a tecnologia não é compreendida isoladamente, mas articulada a práticas de investigação, resolução de problemas, colaboração,

experimentação e acompanhamento da aprendizagem, conforme a perspectiva de integração pedagógica das tecnologias discutida por Borba, Silva e Gadanidis (2018) e Kenski (2012).

D – Implicação para o ensino da Matemática: apresenta a consequência pedagógica mais significativa de cada eixo. A articulação desses elementos pode favorecer uma educação matemática mais dinâmica, investigativa, personalizada e significativa, na qual o estudante desenvolve não apenas conhecimentos matemáticos, mas também autonomia, criatividade, pensamento crítico e capacidade de resolver problemas. Essa perspectiva aproxima-se da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e das metodologias ativas discutidas por Bacich e Moran (2018), ao mesmo tempo em que dialoga com a concepção de pensamento computacional apresentada por Wing (2006) e Valente (2019).

Os resultados apresentados no Quadro 5 não devem ser interpretados como efeitos automáticos da tecnologia, mas como possibilidades pedagógicas condicionadas à forma como os recursos são planejados e mediados. Papert (2008), ao discutir a relação entre computadores e aprendizagem, contribui para compreender que o potencial educacional das tecnologias depende das oportunidades oferecidas aos estudantes para criar, experimentar, testar e construir conhecimentos. Assim, a presença de dispositivos digitais, isoladamente, não garante inovação pedagógica nem aprendizagem significativa.

A interpretação preliminar dos resultados indica, portanto, que a principal transformação não está simplesmente na substituição de recursos analógicos por ferramentas digitais, mas na reorganização das experiências de aprendizagem. Ausubel (2003) permite compreender essa questão a partir da importância da relação entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas previamente construídas. Dessa maneira, os recursos digitais apresentam maior potencial quando utilizados para estabelecer conexões entre conhecimentos prévios, situações contextualizadas, representações matemáticas e novos conceitos.

5.2. Análise e interpretação dos resultados à luz do referencial teórico

Os resultados dialogam diretamente com o conceito de aprendizagem significativa de Ausubel (2003), especialmente porque a utilização das tecnologias pode proporcionar múltiplas formas de apresentar, relacionar e contextualizar os conteúdos matemáticos. Entretanto, a tecnologia não produz significado por si mesma; sua contribuição depende da organização pedagógica da experiência e da possibilidade de o estudante relacionar aquilo que está aprendendo com conhecimentos que já possui. A análise indica que ambientes digitais, softwares e plataformas interativas são mais relevantes pedagogicamente quando empregados como instrumentos para explorar conceitos, testar hipóteses e resolver problemas, e não apenas como mecanismos de transmissão de informações.

A integração entre tecnologias digitais e Educação Matemática também confirma as discussões de Borba, Silva e Gadanidis (2018), ao evidenciar que as tecnologias modificam as formas de produzir e representar conhecimentos matemáticos. Ao mesmo tempo, os resultados aproximam-se da perspectiva de Kenski (2012), segundo a qual as tecnologias provocam transformações nas relações estabelecidas com o conhecimento e exigem novas competências dos sujeitos envolvidos no processo educativo. Silva e Bacury (2026) destacam que essa convergência permite compreender que a inovação tecnológica no ensino da Matemática deve ser acompanhada por mudanças metodológicas, curriculares e formativas.

No âmbito da inteligência artificial, os resultados indicam potencial para ampliar estratégias de acompanhamento e personalização da aprendizagem. Luckin et al. (2016) defendem que sistemas inteligentes podem contribuir para processos educacionais mais adaptativos, enquanto Holmes, Bialik e Fadel (2019) ressaltam possibilidades relacionadas à personalização, ao apoio ao professor e à análise dos processos de aprendizagem. Contudo, a análise evidencia uma questão crítica: quanto maior a capacidade tecnológica de produzir informações sobre o estudante, maior também é a necessidade de mediação humana, critérios éticos e interpretação pedagógica desses dados. A personalização, portanto, não deve ser confundida com automatização do ensino.

Bacich e Moran (2018) apontam que metodologias ativas favorecem a participação do estudante e a construção de experiências mais significativas. No contexto da Matemática digital, essa contribuição torna-se ainda mais expressiva quando os estudantes são convidados a pesquisar, formular estratégias, utilizar ferramentas digitais, comparar soluções e explicar seus procedimentos. Nesse cenário, a aprendizagem matemática ultrapassa a reprodução de algoritmos e passa a envolver investigação, argumentação e tomada de decisões.

A dimensão do pensamento computacional constitui igualmente um resultado central. Wing (2006) associa esse modo de pensar à formulação de problemas e à construção de soluções que podem ser realizadas por pessoas ou sistemas computacionais. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2017) ampliam essa discussão ao destacar componentes relacionados à decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e elaboração de procedimentos. Os resultados da pesquisa demonstram que tais competências estabelecem forte diálogo com a Matemática, especialmente em atividades que envolvem resolução de problemas, sequências lógicas, análise de dados, programação e modelagem.

A contribuição de Valente (2019) permite aprofundar essa interpretação ao problematizar a própria definição de pensamento computacional e sua relação com competências digitais. Assim, o resultado não aponta para a simples introdução da programação no currículo, mas para a possibilidade de desenvolver formas estruturadas de pensar e solucionar problemas em diferentes áreas do conhecimento. Costa e Pereira (2019), ao

abordarem o ensino de programação na Educação Básica, reforçam a possibilidade de utilização de experiências computacionais para desenvolver habilidades relacionadas ao raciocínio lógico e à resolução de problemas.

5.3. Implicações práticas, teóricas e metodológicas dos resultados

Do ponto de vista prático, os resultados indicam que a integração das tecnologias digitais ao ensino da Matemática exige planejamento pedagógico, formação docente e seleção criteriosa dos recursos. Não basta disponibilizar plataformas, softwares ou sistemas de inteligência artificial; é necessário definir quais competências matemáticas serão desenvolvidas, quais problemas serão investigados e de que maneira a tecnologia contribuirá para alcançar os objetivos de aprendizagem. Nesse sentido, Bacich e Moran (2018) sustentam a importância da articulação entre metodologias ativas e intencionalidade pedagógica, enquanto Borba, Silva e Gadanidis (2018) demonstram que as tecnologias digitais podem ampliar as possibilidades de exploração matemática quando incorporadas às práticas educativas de maneira significativa.

As implicações práticas também alcançam a formação dos professores. Kenski (2012) evidencia que a presença das tecnologias na educação modifica as demandas relacionadas à atuação docente, exigindo novas competências para selecionar, utilizar e avaliar recursos digitais. Os resultados deste estudo reforçam essa compreensão ao demonstrar que o professor continua ocupando posição central no processo educativo, ainda que sua função seja ressignificada. Em vez de simplesmente transmitir procedimentos matemáticos, o docente passa a organizar situações de aprendizagem, orientar investigações, avaliar estratégias e auxiliar os estudantes na interpretação crítica das informações produzidas pelas tecnologias.

No plano teórico, os resultados fortalecem a articulação entre aprendizagem significativa, tecnologias educacionais, metodologias ativas e pensamento computacional. Ausubel (2003) oferece fundamentos para compreender a importância dos conhecimentos prévios e das relações cognitivas na aprendizagem, enquanto Papert (2008) contribui para pensar o computador como instrumento de construção e exploração. Wing (2006) e Valente (2019), por sua vez, permitem compreender o pensamento computacional como dimensão relevante da formação contemporânea. Ainda Silva e Bacury (2026) destacam que a aproximação dessas perspectivas possibilita uma compreensão interdisciplinar da Matemática digital, na qual o conhecimento matemático não é substituído pela tecnologia, mas ampliado por novas formas de representação, investigação e resolução de problemas.

As implicações metodológicas também são significativas. A pesquisa bibliográfica e documental mostrou-se adequada para identificar tendências, convergências e desafios presentes na produção científica sobre Matemática digital, permitindo construir categorias

analíticas sem atribuir ao estudo resultados de natureza experimental. A organização temática do corpus possibilitou relacionar tecnologias digitais, inteligência artificial, metodologias ativas, pensamento computacional e formação docente em uma estrutura interpretativa integrada. Conforme Costa e Pereira (2019), experiências concretas de utilização de programação e pensamento computacional também evidenciam a importância de futuras investigações empíricas capazes de observar como essas estratégias se manifestam em diferentes realidades escolares.

Quadro 6: Síntese dos resultados analisados sobre a Matemática Digital: articulação entre tecnologia, pedagogia e conhecimento matemático.

A. Dimensão analisada	B. Principal evidência identificada	C. Elementos articuladores da prática pedagógica	D. Contribuições para a Educação Matemática Digital
Integração entre tecnologia e conhecimento matemático	A qualidade da aprendizagem não depende da quantidade de ferramentas digitais utilizadas, mas da forma como esses recursos são incorporados às experiências educativas.	Planejamento pedagógico, seleção crítica de recursos digitais, contextualização dos conteúdos matemáticos e criação de situações investigativas.	Favorecimento de aprendizagens mais significativas, permitindo que os estudantes explorem conceitos, estabeleçam relações e desenvolvam compreensão mais profunda dos conhecimentos matemáticos.
Aprendizagem significativa	A construção do conhecimento matemático torna-se mais efetiva quando os novos conteúdos se relacionam aos conhecimentos prévios e às experiências dos estudantes.	Atividades contextualizadas, resolução de problemas, investigação, experimentação e conexão entre teoria e prática.	Desenvolvimento da compreensão conceitual, autonomia intelectual e capacidade de aplicar conhecimentos matemáticos em diferentes situações.
Metodologias ativas	Estratégias centradas no estudante ampliam a participação, o protagonismo e a construção colaborativa do conhecimento.	Aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida, aprendizagem colaborativa, desafios matemáticos e investigação orientada.	Promoção de maior envolvimento dos estudantes, fortalecimento da criatividade, argumentação, cooperação e responsabilidade pelo próprio processo de aprendizagem.
Inteligência artificial na educação matemática	Recursos inteligentes podem apoiar processos personalizados de ensino e	Uso consciente de sistemas inteligentes, análise de dados educacionais, feedbacks	Ampliação das possibilidades de acompanhamento dos estudantes, identificação de

	aprendizagem, oferecendo acompanhamento contínuo e respostas adaptativas.	personalizados e intervenções pedagógicas individualizadas.	dificuldades e desenvolvimento de estratégias mais adequadas às necessidades individuais.
Pensamento computacional	A Matemática digital favorece o desenvolvimento de habilidades relacionadas à resolução sistemática de problemas e ao raciocínio lógico.	Decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, abstração, elaboração de algoritmos, programação e análise de dados.	Fortalecimento da criatividade, do pensamento crítico, da capacidade analítica e da preparação dos estudantes para desafios tecnológicos contemporâneos.
Formação docente e intencionalidade pedagógica	O professor permanece como elemento central na transformação tecnológica da educação, atribuindo sentido pedagógico aos recursos digitais.	Formação continuada, desenvolvimento de competências digitais, reflexão crítica e planejamento alinhado aos objetivos de aprendizagem.	Construção de práticas inovadoras, inclusivas e humanizadas, garantindo que a tecnologia seja utilizada como meio de potencializar aprendizagens.
Inclusão, equidade e cultura digital crítica	A inovação tecnológica precisa considerar as diferenças dos estudantes e garantir oportunidades de participação e aprendizagem para todos.	Acessibilidade digital, adaptação de recursos, respeito aos diferentes ritmos de aprendizagem e análise ética do uso das tecnologias.	Promoção de uma educação matemática democrática, inclusiva e comprometida com o desenvolvimento integral dos estudantes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O quadro evidencia que a Matemática digital não deve ser compreendida como simples incorporação de dispositivos ou plataformas tecnológicas ao ambiente escolar, mas como uma transformação pedagógica fundamentada na articulação entre tecnologia, conhecimento matemático e práticas educativas inovadoras. Os resultados analisados demonstram que o potencial das ferramentas digitais está diretamente relacionado à intencionalidade do professor, à qualidade das experiências propostas e à capacidade de promover aprendizagem significativa. Assim, a cultura digital na educação matemática constitui um processo complexo que envolve inovação, formação docente, inclusão, equidade e reflexão crítica, possibilitando uma aprendizagem mais investigativa, participativa e conectada aos desafios da sociedade contemporânea.

Os resultados analisados apontam para uma concepção de Matemática digital na qual tecnologia, pedagogia e conhecimento matemático precisam permanecer articulados. A

principal evidência não reside na quantidade de ferramentas utilizadas, mas na qualidade das experiências pedagógicas construídas a partir delas. A integração entre aprendizagem significativa, metodologias ativas, inteligência artificial e pensamento computacional pode contribuir para uma educação matemática mais investigativa, participativa e contextualizada, desde que seja sustentada por formação docente, intencionalidade pedagógica, inclusão, equidade e reflexão crítica sobre os limites e as possibilidades da cultura digital.

6. CONCLUSÃO

A Matemática na era digital representa um novo horizonte para os processos educativos, marcado pela integração entre conhecimentos matemáticos, recursos tecnológicos e novas formas de ensinar e aprender. A incorporação das tecnologias educacionais, da inteligência artificial e das metodologias ativas evidencia que o ensino da Matemática pode ultrapassar modelos tradicionais centrados apenas na transmissão de conteúdos, favorecendo experiências mais interativas, investigativas e significativas. A educação matemática passa a valorizar a construção do conhecimento, a participação dos estudantes e o desenvolvimento de competências necessárias para compreender e transformar a realidade.

A análise desenvolvida demonstra que as tecnologias digitais constituem importantes ferramentas para ampliar as possibilidades de aprendizagem matemática, permitindo diferentes formas de representação, visualização, exploração e experimentação dos conceitos. Softwares, plataformas digitais, ambientes virtuais e recursos interativos possibilitam que os estudantes estabeleçam relações mais concretas com conteúdos abstratos, desenvolvendo maior compreensão dos fenômenos matemáticos e fortalecendo processos de investigação, criatividade e resolução de problemas.

A inteligência artificial apresenta-se como uma possibilidade inovadora para transformar as práticas pedagógicas ao contribuir para uma aprendizagem mais personalizada e adaptativa. Por meio de sistemas inteligentes, torna-se possível acompanhar trajetórias individuais de aprendizagem, identificar dificuldades, propor desafios adequados e oferecer suporte contínuo aos estudantes. Entretanto, sua utilização educacional deve estar vinculada a uma perspectiva pedagógica humanizada, na qual a tecnologia seja compreendida como um recurso de apoio ao professor e não como substituição da mediação docente.

As metodologias ativas destacam-se como estratégias fundamentais para promover o protagonismo estudantil na Matemática digital, pois estimulam a participação, a autonomia e a construção coletiva do conhecimento. Práticas baseadas em projetos, resolução de problemas, investigação matemática, colaboração e experimentação possibilitam que os estudantes deixem de ocupar uma posição passiva e assumam um papel mais participativo no processo educativo.

Dessa forma, aprender Matemática torna-se uma experiência mais contextualizada, relacionada a situações reais e conectada aos desafios contemporâneos.

O desenvolvimento do pensamento computacional constitui outro aspecto essencial da Matemática na sociedade digital, pois amplia a capacidade dos estudantes de analisar problemas, identificar padrões, elaborar estratégias e construir soluções sistemáticas. A aproximação entre Matemática, programação, robótica educacional e análise de dados favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico, da criatividade e da capacidade de lidar com situações complexas. Assim, a Matemática passa a ser compreendida não apenas como um conjunto de procedimentos, mas como uma forma de interpretar, organizar e solucionar problemas do mundo.

Os resultados apresentados evidenciam que a integração entre tecnologias digitais e ensino da Matemática exige planejamento pedagógico, intencionalidade educativa e compreensão das necessidades dos estudantes. A presença de ferramentas tecnológicas na sala de aula, por si só, não garante melhorias na aprendizagem; é fundamental que sua utilização esteja articulada aos objetivos educacionais, às competências matemáticas e às estratégias metodológicas adequadas. A inovação pedagógica depende da capacidade de transformar recursos tecnológicos em experiências educativas significativas.

A formação docente apresenta-se como um dos elementos mais importantes para consolidar uma Matemática integrada à cultura digital. O professor do século XXI precisa desenvolver competências digitais, metodológicas e reflexivas que possibilitem selecionar, adaptar e utilizar tecnologias de maneira crítica e responsável. Mais do que dominar ferramentas, o educador necessita compreender como esses recursos podem contribuir para a aprendizagem, promovendo ambientes inclusivos, colaborativos e favoráveis ao desenvolvimento integral dos estudantes.

A pesquisa evidencia também que a Matemática digital possui potencial para ampliar a inclusão e a equidade educacional ao oferecer diferentes caminhos para a aprendizagem. Recursos tecnológicos podem favorecer múltiplas formas de expressão, comunicação e construção do conhecimento, atendendo diferentes ritmos, estilos e necessidades dos estudantes. Quando utilizados de maneira planejada, esses recursos contribuem para reduzir barreiras de aprendizagem e ampliar oportunidades de participação no processo educativo.

A tecnologia deve ser compreendida como uma ferramenta que amplia as capacidades humanas, fortalecendo a interação, a criatividade, o pensamento crítico e a autonomia. O papel do professor permanece indispensável, pois é ele quem atribui significado pedagógico aos recursos utilizados, estabelece relações entre conhecimentos e promove experiências de aprendizagem contextualizadas.

A Matemática na era digital também amplia as possibilidades de aproximação entre escola, sociedade e os desafios do mundo contemporâneo. Os estudantes precisam desenvolver competências que ultrapassem o domínio de cálculos e procedimentos, incluindo capacidade de interpretar informações, tomar decisões, solucionar problemas e utilizar tecnologias de maneira ética e consciente. O ensino da Matemática assume uma função formativa mais ampla, preparando sujeitos capazes de atuar em diferentes contextos sociais, acadêmicos e profissionais.

As reflexões apresentadas demonstram que a articulação entre tecnologias educacionais, inteligência artificial, metodologias ativas e pensamento computacional constitui um caminho promissor para renovar o ensino da Matemática. Essa integração favorece uma aprendizagem mais dinâmica, participativa e conectada às transformações da sociedade contemporânea. Ao promover experiências investigativas e colaborativas, a educação matemática fortalece não apenas o domínio dos conteúdos, mas também habilidades essenciais para a formação cidadã.

A Matemática na era digital demanda uma reorganização das práticas pedagógicas, na qual o professor assume papel de mediador, pesquisador e articulador de experiências de aprendizagem inovadoras. A integração consciente das tecnologias permite construir ambientes educativos mais ricos, criativos e significativos, nos quais os estudantes desenvolvem autonomia, pensamento crítico e capacidade de enfrentar problemas complexos. Dessa maneira, a educação matemática torna-se mais alinhada às necessidades do século XXI, valorizando o conhecimento, a inovação e o desenvolvimento humano.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BORBA, Marcelo de Carvalho; SILVA, Ricardo Scucuglia Rodrigues da; GADANIDIS, George. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento.** 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

COSTA, Rodrigo Alves; PEREIRA, Rafaela Samara Oliveira. **Ensino de programação na educação básica por meio do pensamento computacional: um relato de experiência.** *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 5, n. 8, p. 11594-11606, 2019. DOI: https://doi.org/10.34117/bjdv5n8-031.

HOLMES, Wayne; BIALIK, Maya; FADEL, Charles. **Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning.** Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24334.10560.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LUCKIN, Rose et al. **Intelligence unleashed: an argument for AI in education**. London: Pearson, 2016. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22348.62084

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artmed, 2008.

RIBEIRO, Leila; FOSS, Luciana; CAVALHEIRO, Simone André da Costa. **Entendendo o pensamento computacional.** *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 1-18, 2017. DOI: https://doi.org/10.3895/rbect.v10n1.4711.

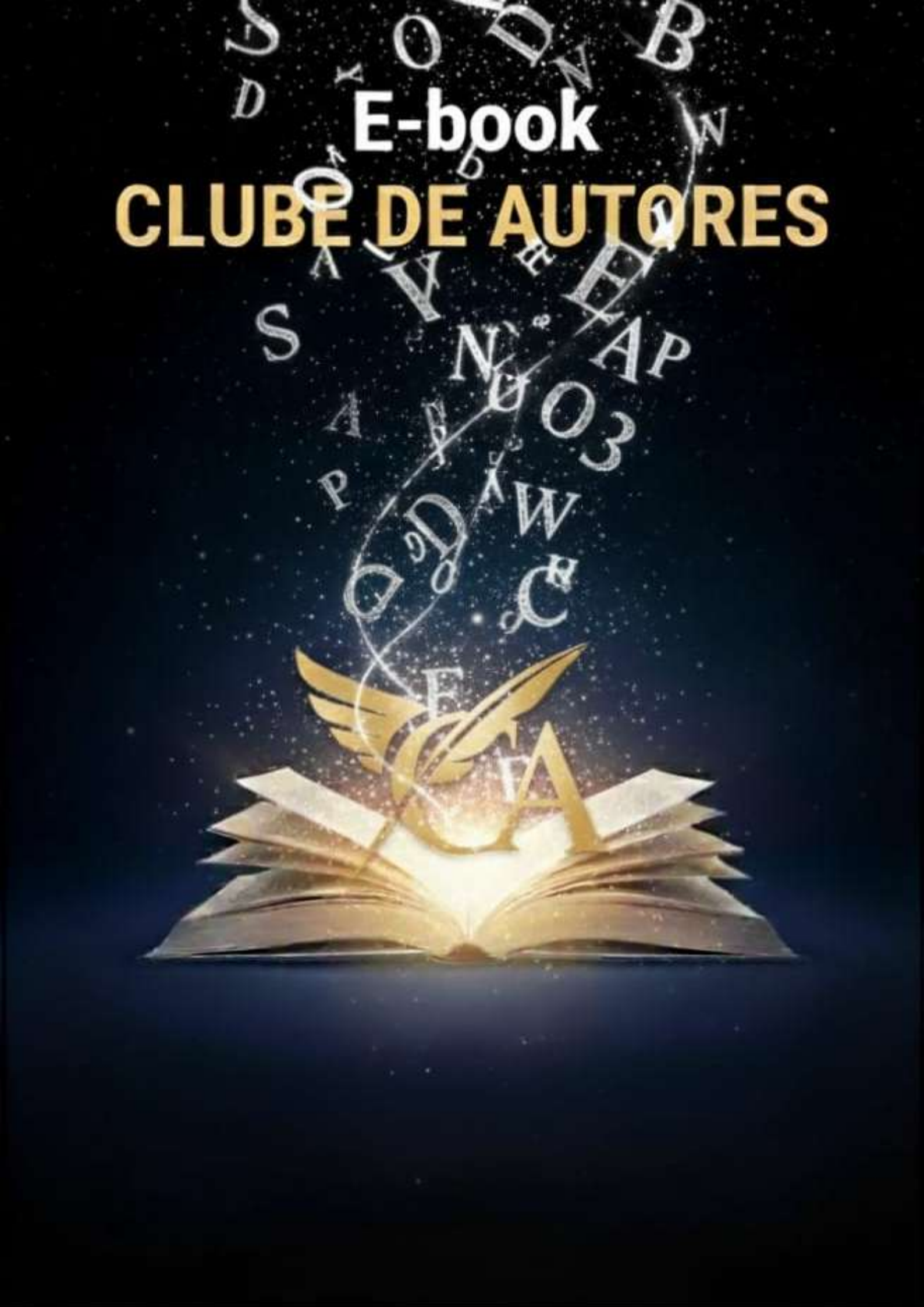
SILVA, Lucas Serrão da; BACURY, Gerson Ribeiro. **Educação etnomatemática na Amazônia: uma reflexão teórica sobre os saberes tradicionais na formação inicial de professores indígenas no contexto amazônico**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (SEINPE), XXIII., 2025, Manaus. Anais [...]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2025. 10 p. Disponível em: https://doity.com.br/xxiii-seinpe-2025. Acesso em: 4 ago. 2026.

SILVA, Lucas Serrão da; BACURY, Gerson Ribeiro. **Etnomatemática indígena e saberes tradicionais na educação básica**. In: OLIVEIRA, Mara Lúcia Nunes de Lima *et al.* **Linhas de pensamento contemporâneo: produção do conhecimento e interfaces interdisciplinares entre linguagens, subjetividades e aprendizagens no século XXI**. Belém, PA: Worges Editoração, 2026. DOI: https://doi.org/10.46898/worges.9786551301582.

SOUSA, Maria Aparecida de Moura Amorim. **Métodos de ensino de Matemática no Ensino Médio em tempo integral.** In: OLIVEIRA, Mara Lúcia Nunes de Lima et al. (org.). *Linhas de pensamento contemporâneo: produção do conhecimento e interfaces interdisciplinares entre linguagens, subjetividades e aprendizagens no século XXI*. Belém, PA: Worges Editoração, 2026. DOI: https://doi.org/10.46898/worges.9786551301582.

VALENTE, José Armando. **Pensamento computacional, letramento computacional ou competência digital? Novos desafios da educação.** *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019. DOI: https://doi.org/10.5935/2238-1279.20190008.

WING, Jeannette M. **Computational thinking.** *Communications of the ACM*, New York, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. DOI: https://doi.org/10.1145/1118178.1118215.


E-book
CLUBE DE AUTORES